

# Magnetismo

Prof. Toni Burgatto  
Prof. Henrique Goulart

*Aula 13*

## SUMÁRIO

<i>Introdução .....</i>	<i>3</i>
<i>2 - Magnetismo.....</i>	<i>4</i>
<i>2.1 – O campo magnético terrestre .....</i>	<i>4</i>
<i>2.2 - O campo magnético .....</i>	<i>6</i>
<i>2.3 - A experiência de Oersted.....</i>	<i>9</i>
<i>3 - Interação magnética .....</i>	<i>13</i>
<i>5. Lista de exercícios.....</i>	<i>14</i>
<i>6. Gabarito sem comentários .....</i>	<i>19</i>
<i>7. Lista de exercícios comentada .....</i>	<i>20</i>
<i>8. Considerações finais da aula .....</i>	<i>30</i>
<i>9. Referências bibliográficas.....</i>	<i>31</i>
<i>10. Versão de aula .....</i>	<i>32</i>



## Introdução

Além de fazer as questões do CN, não deixe de fazer as questões das outras instituições que construirão seu conhecimento.

Caso tenha alguma dúvida entre em contato conosco através do fórum de dúvidas do Estratégia ou se preferir:



 @proftoniburgatto



 @profhenriquegoulart

## 2 - Magnetismo

Chamamos de magnetismo a propriedade que certos minérios de ferro, cobalto e níquel, possuem para **atrair** alguns corpos como fragmentos de ferro, por exemplo. O primeiro material com propriedades magnéticas observadas pelo homem na natureza foi a magnetita,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , que possui o **magnetismo em forma natural**.

Alguns metais, quando submetidos a um processo chamado **imantação**, transformam-se em **ímãs artificiais**. Quando colocamos limalha de ferro próximo a um ímã em forma de barra, observa-se que a limalha é mais fortemente atraída por suas regiões extremas, denominadas polos do ímã.

Os ímãs permanentes possuem as mais variadas formas, de acordo com a sua utilização:

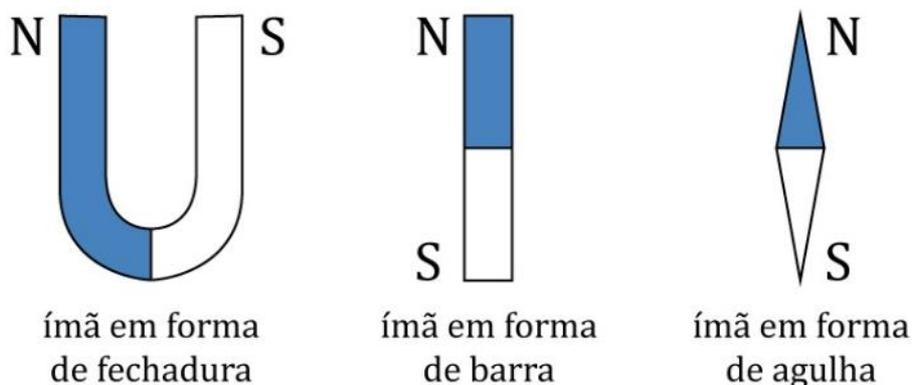


Figura 09.1: Representações de ímãs.

Quando suspendemos um ímã de barra pelo seu centro de gravidade com um fio, de tal maneira que ele pode girar livremente por esse ponto, observa-se que a barra sempre se orienta em uma mesma direção.

### 2.1 – O campo magnético terrestre

A direção de orientação de um ímã coincide, aproximadamente, com as orientações norte e sul da Terra. Por isso, os polos de um ímã são chamados de **polo norte** e **polo sul**.

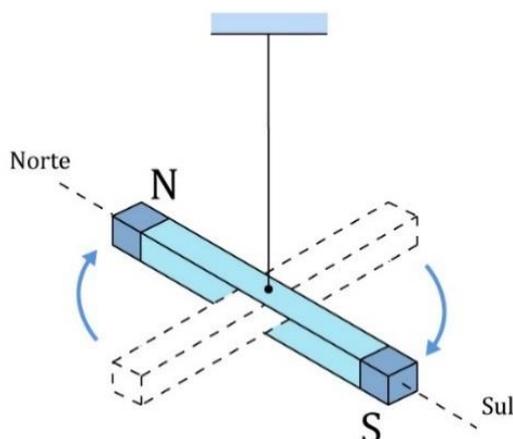


Figura 09.2: Ímã se orientando de acordo com o campo magnético terrestre.

Essa propriedade mostra a existência do **campo magnético terrestre**. Além disso, podemos construir as bússolas, instrumentos formados por uma agulha magnética, que são capazes de orientar o homem geograficamente.

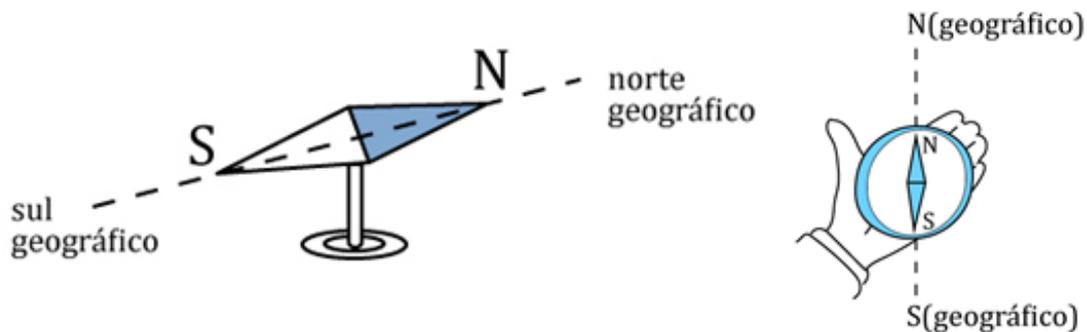


Figura 09.3: Orientação de uma bússola com o campo magnético terrestre.

O fato de a agulha magnética apontar para o polo norte geográfico é porque no **polo norte geográfico existe um polo sul magnético**. Conseqüentemente, **no polo sul geográfico existe um polo norte magnético**. Vale lembrar que os polos geográficos e os polos magnéticos da Terra não estão exatamente no mesmo local, como ilustrado abaixo.

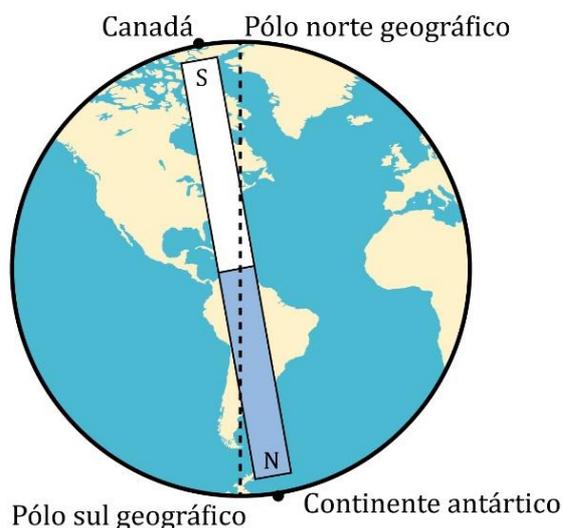


Figura 09.4: Representação simplificada do campo magnético terrestre. O polo sul magnético terrestre está próximo do polo norte geográfico. Assim, o polo norte magnético terrestre está próximo do polo sul geográfico.

Outra propriedade dos ímãs consiste na **inseparabilidade dos polos magnéticos**. Quando dividimos um ímã ao meio, produzimos outros dois ímãs com seus respectivos polos norte e sul, como na figura abaixo.

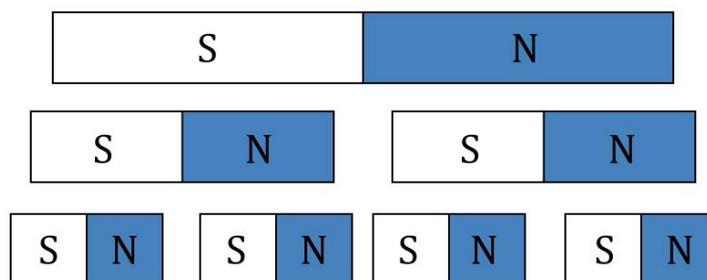


Figura 09.5: Princípio da inexistência do monopolo magnético.

Dessa forma, é impossível obter um ímã com somente um polo magnético, semelhante a um corpo carregado com uma carga um único sinal. Além disso, ao manusear dos ímãs de polos magnéticos bem conhecidos, facilmente você observará que polos magnéticos de mesmo nome se repelem e de nomes diferentes se atraem.

ATENÇÃO  
DECORE!



Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e de nomes diferentes se atraem.

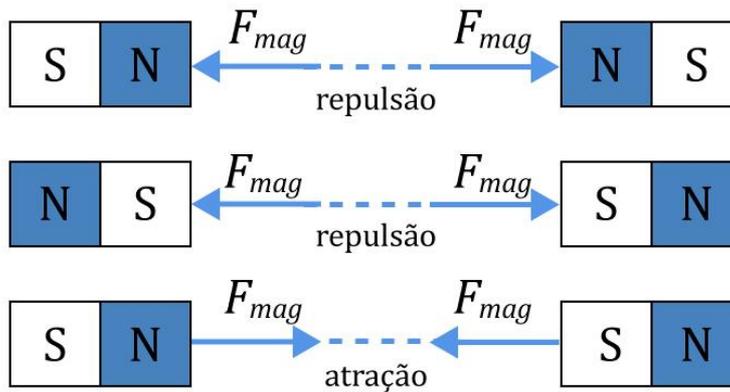


Figura 09.6: Interação magnética entre polos.

## 2.2 - O campo magnético

Um ímã também cria ao seu redor uma **região de influências**, que se manifestam tanto em outros ímãs quanto em alguns materiais, como o ferro, o cobalto, o níquel e outras ligas metálicas. Denominamos essa região por **campo magnético** e a representamos, matematicamente, pelo **vetor indução magnética**  $\vec{B}$ , cuja unidade no SI é o Tesla ( $T$ ).

Neste momento, iremos apenas definir a direção e o sentido de  $\vec{B}$ . Para definir as linhas de força é necessário utilizar um elemento sensível ao campo. No caso do campo elétrico, a partícula de prova era carregada positivamente e para o caso do campo magnético deve ser usado uma **agulha magnética**.

Ao colocarmos uma série de agulhas dispostas sequencialmente ao redor de um ímã e fazer coincidir o polo norte de um com o polo sul da seguinte, podemos definir a linha de força.

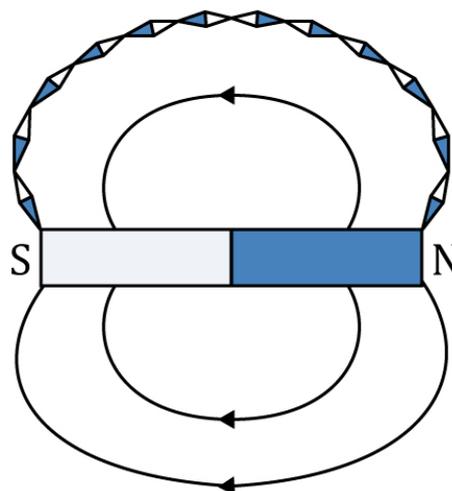


Figura 09.7: Orientação das linhas de força do campo magnético.



O sentido das linhas de força é determinado pela direção estabelecida pelo polo norte da agulha magnética. Por isso, observa-se que as linhas de indução magnética **saem do polo norte e entram no polo sul**.

Nas linhas de indução, o vetor  $\vec{B}$  **tangencia as linhas em cada um de seus pontos** e tem sentido concordante com elas. É comum chamar o vetor indução magnética  $\vec{B}$  de vetor campo magnético ou até mesmo de campo magnético.

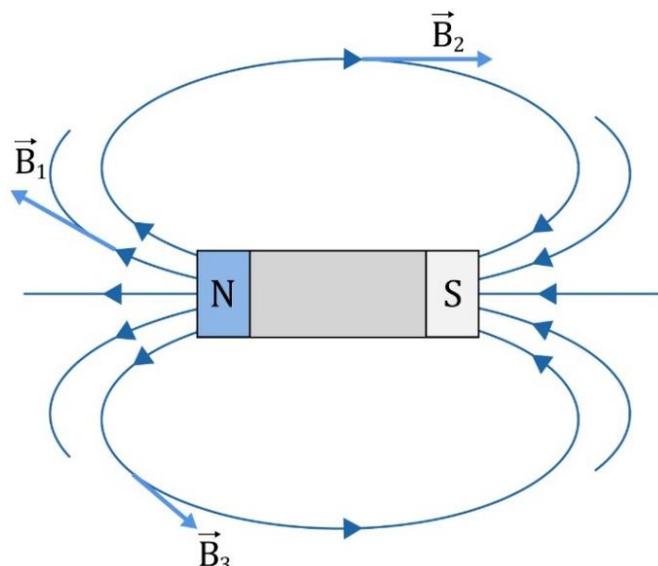


Figura 09.8: Orientação da indução magnética, dada as linhas de força.

É importantíssimo destacarmos que **as linhas de indução magnética nunca se cruzam**. Caso isso acontecesse, o vetor  $\vec{B}$  teria duas orientações possíveis, gerando um absurdo.

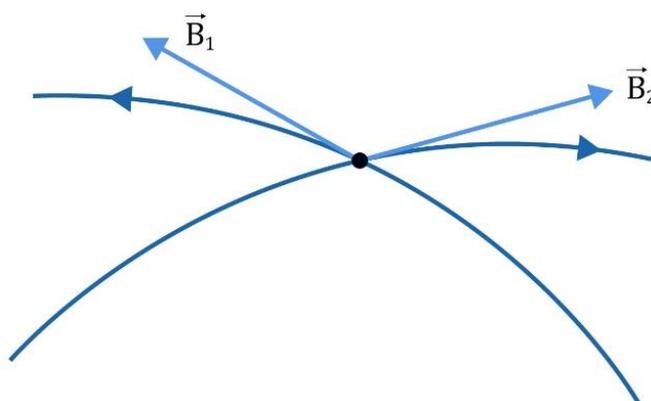


Figura 09.9: As linhas de força nunca se cruzam. Se elas se cruzassem, geraria um absurdo.

Lembre-se que essa propriedade também existe com relação às linhas de força de um campo elétrico. Saiba também que ao representarmos um conjunto de linhas de indução, a região onde a concentração de linhas (densidade de linhas) é mais intensa é onde o campo magnético é mais intenso. Tal fato ocorre nas proximidades dos polos do ímã.

Um campo magnético que possui vetor indução magnética de mesma intensidade em todos os pontos, a mesma direção e o mesmo sentido é denominado **campo magnético uniforme**. Para atender a essas restrições, as linhas de indução de um campo magnético uniforme são retas, paralelas, igualmente orientadas e igualmente espaçadas. Podemos ter uma boa aproximação de um campo magnético uniforme na região entre duas faces polares norte e sul próximas, como na figura abaixo.

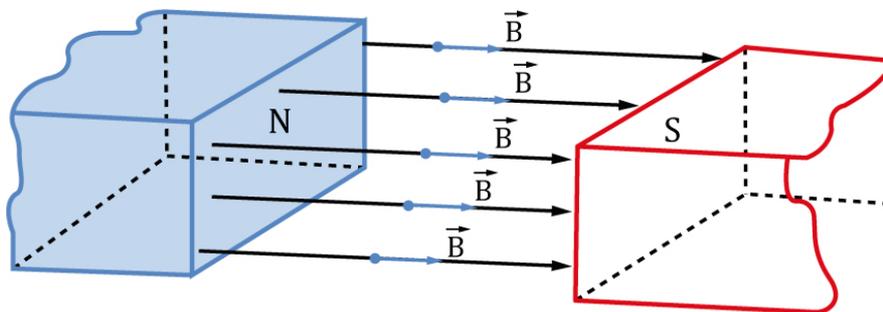


Figura 09.10: Campo magnético uniforme ou homogêneo.

Quando colocamos um pequeno ímã no interior de um campo magnético uniforme de indução magnética  $\vec{B}$ , o campo exerce forças magnéticas nos polos do ímã. Verifica-se experimentalmente que a força magnética sobre o polo norte tem o mesmo sentido do vetor  $\vec{B}$  e a força magnética sobre o polo sul tem sentido contrário ao de  $\vec{B}$  e ainda, essas forças possuem a mesma intensidade.

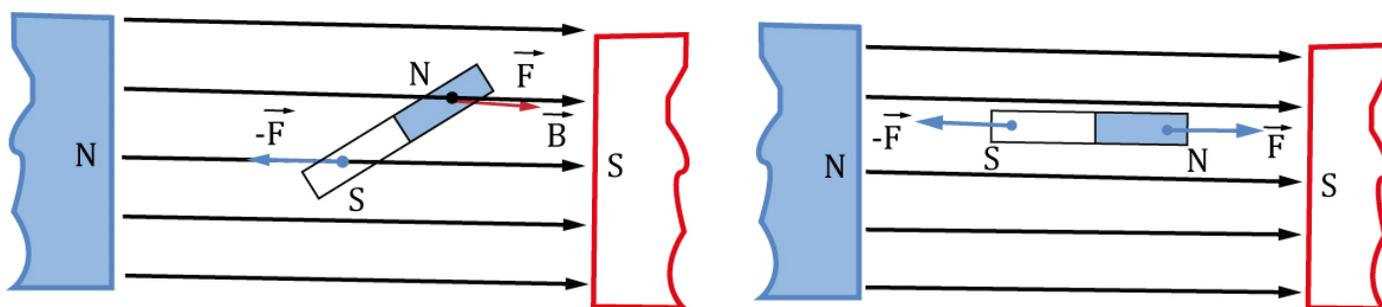


Figura 09.11: Ao inserir um ímã com as polaridades dispostas como na imagem, as forças magnéticas nos polos do ímã levarão a um equilíbrio estável, quando ele está submetido a um campo magnético homogêneo.

Em Magnetismo, é comum usarmos a notação de flecha. Essa escrita consiste em uma bolinha com um ponto, como a vista frontal da ponta de uma flecha, para representar o vetor saindo do plano da folha e uma bolinha com uma “cruzinha”, como a vista da traseira de uma flecha, para representar o vetor entrando no plano do papel.

*vetor saindo*



*vetor entrando*

Figura 09.12: Representação de vetores saindo e entrando do plano da folha.

**(2019/INÉDITA)**

Acerca dos ímãs e das interações magnéticas, é incorreto afirmar que

- Um ímã faz com que limalhas de ferro sejam aderidas predominantemente nas regiões próximas às suas extremidades.
- Quando um ímã sofre um corte transversal, cada uma das novas partes formam novos ímãs, cada um com dois polos.
- Quando um ímã sofre um corte transversal, os polos são separados e o ímã é desfeito.
- Polos de nomes diferentes se atraem e de nome diferente se repelem.
- As linhas do campo magnético de um ímã saem do polo norte e entram no seu polo sul

## Comentários

a) Correto. As regiões das extremidades do ímã possuem linhas de campo magnético mais concentrado provocando forças mais intensas enquanto as regiões centrais do ímã contêm as linhas mais esparsas, assim a tendência é a limalha de ferro ir ocupando lugares próximos às extremidades dos polos acompanhando as linhas magnéticas.

b) Correto. Cada divisão de um ímã gera novos ímãs contendo os dois polos sul e norte, até o limite da menor partícula que ainda terá dois polos.

c) Incorreto. Os polos não são separados, na verdade dois novos ímãs são formados, cada qual com seus dois polos.

d) Correto. Os opostos se atraem, os iguais se repelem.

e) Correto. As linhas do campo magnético de um ímã saem do polo norte e entram no seu polo sul.

**Gabarito: “c”**

## 2.3 - A experiência 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 famosa experiência de Oersted foi a seguinte: colocou um arrame por onde circulava uma corrente elétrica em cima de uma bússola e observou que o polo norte da agulha se desviava para oeste.

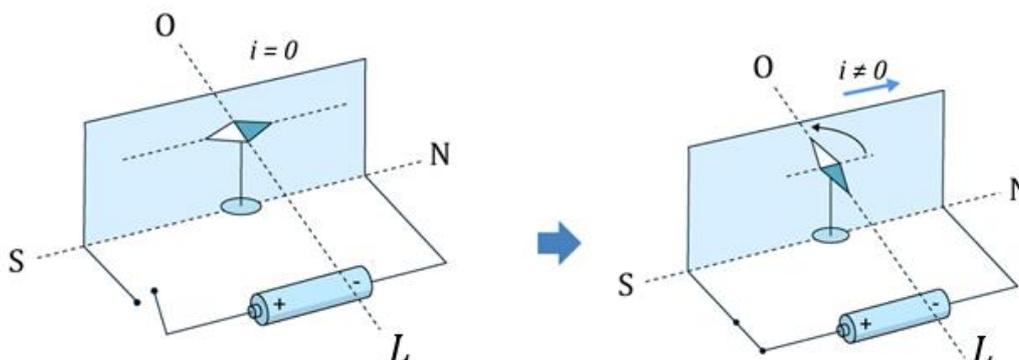


Figura 09.13: Deflexão da bússola para oeste ao fechar a chave do circuito, quando o fio de arame está em cima da bússola.

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

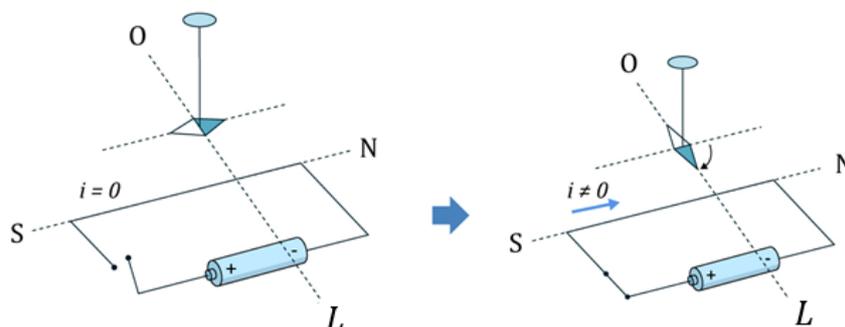


Figura 09.14: Deflexão da bússola para leste ao fechar a chave do circuito, quando o fio de arame está abaixo da bússola.

A partir desses resultados, Oersted conclui 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 foi quem gerou esta força**. Em outras palavras, 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.

A conclusão da experiência de Oersted é que quando a corrente elétrica atravessa um condutor, em torno deste se estabelece um campo magnético. Mais tarde, um amigo matemático em destaque naquela época chamado A. M. Ampere (1775 – 1836), estudou os experimentos de Oersted.

Ampere fez passar uma corrente por uma bobina (solenóide), que é um conjunto de espiras circulares com um eixo comum, e percebeu que o campo magnético estabelecido na bobina era semelhante ao de um ímã de barra.

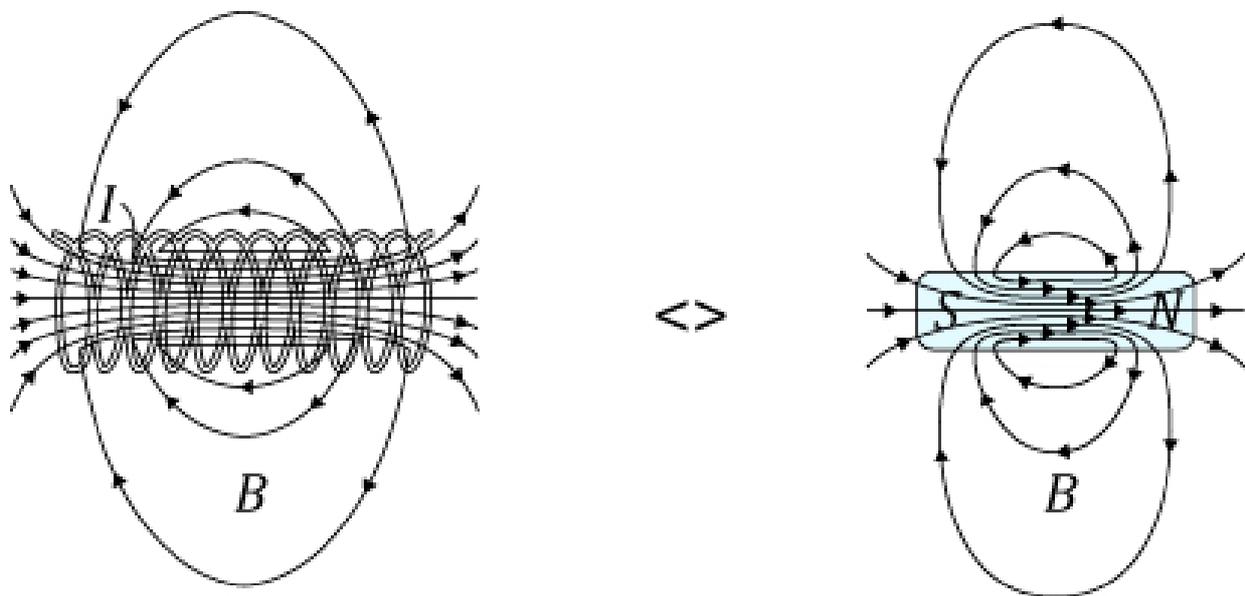


Figura 09.15: Se aproximarmos limalhas de ferro em um solenoide, elas terão forma semelhante ao aproximá-las de um ímã de barra, pois os campos magnéticos são semelhantes.

Afinal, qual é a essência da experiência de Oersted? As partículas com carga elétrica em movimento são as fontes do campo magnético.

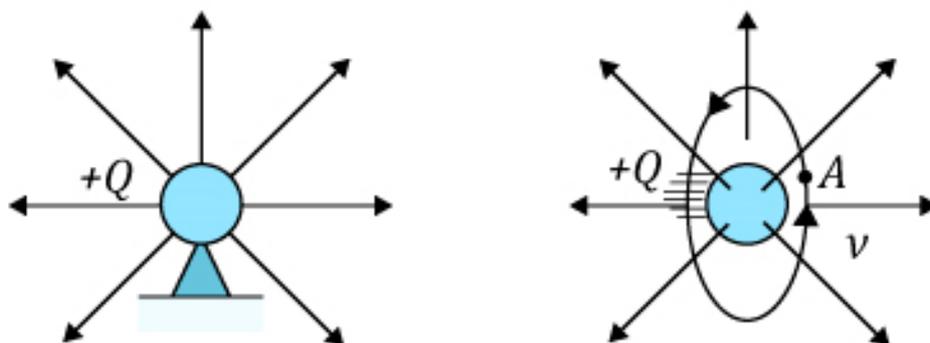


Figura 09.16: Quando a carga elétrica está em repouso, temos apenas um campo elétrico associado a ela. Entretanto, quando a carga está em movimento, se associa um campo elétrico e um campo magnético.

Assim, podemos dizer que para um condutor atravessado por uma corrente, o campo elétrico que há em torno dele é consequência do movimento orientado dos elétrons livres.

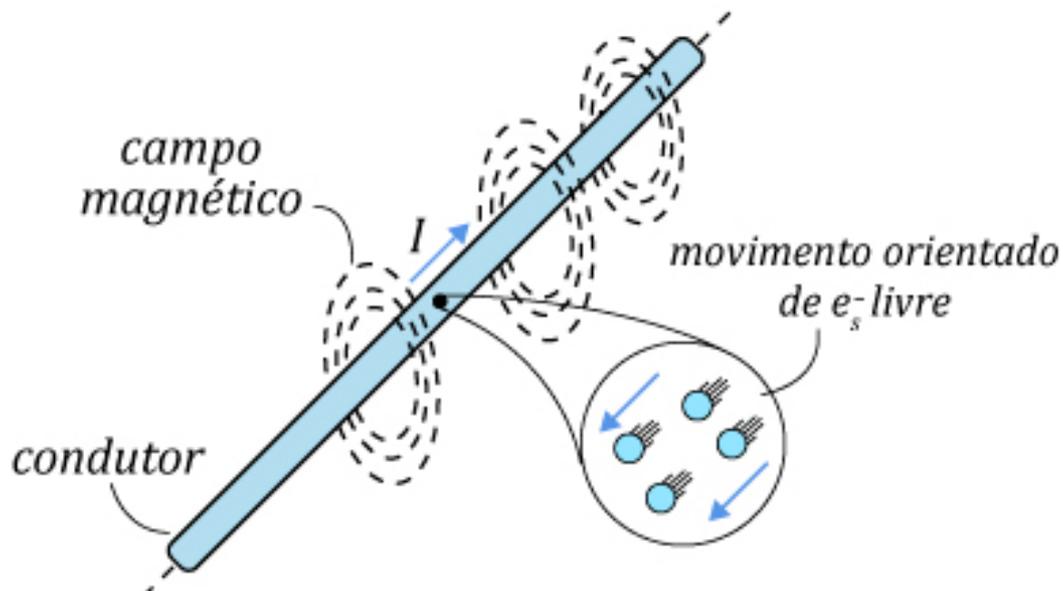


Figura 09.17: Representação do campo magnético e da movimentação orientada dos elétrons livres no condutor. Lembrando que a corrente elétrica tem sentido convencional oposto ao movimento ordenado dos elétrons.

A partir de agora, vamos representar o campo magnético que há em torno de um condutor sendo atravessado por uma corrente utilizando as linhas de indução magnética.

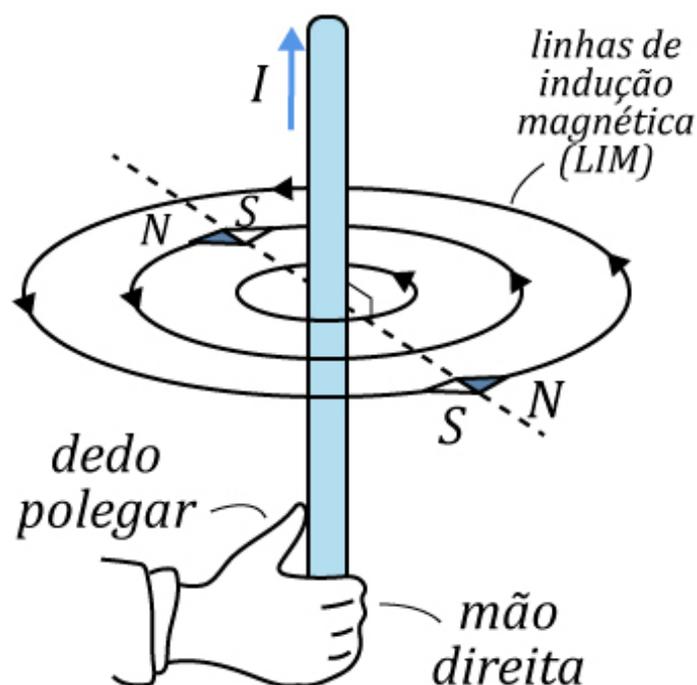


Figura 09.18: Regra da mão direita para determinar a indução magnética, de acordo com as linhas de força. No caso da figura, a corrente está para cima.

De acordo com a orientação das agulhas magnéticas ao redor do fio, foi possível criar uma regra prática para determinar o sentido das linhas de indução, redobre a atenção no próximo tópico. Antes disso, vamos praticar:

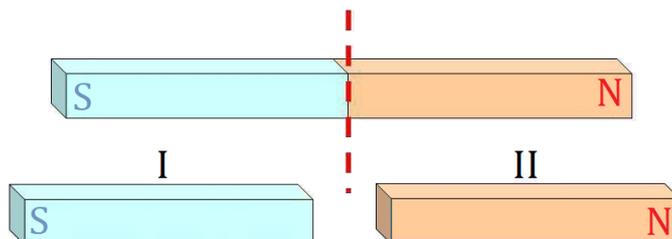
**(2019/INÉDITA)**

O físico dinamarquês Hans Oersted percebeu que uma agulha magnética mudava a sua direção quando próxima de uma corrente elétrica. Dessa forma, concluiu que se a corrente elétrica é capaz

de desviar um corpo com propriedades magnéticas, então ela gera no espaço ao seu redor um campo magnético.

O campo magnético originado por um ímã deve-se a correntes elétricas microscópicas determinadas pelos movimentos dos elétrons no interior de seus átomos.

Um ímã foi dividido em duas partes, como na ilustração abaixo:



Nesse caso, podemos afirmar que

- a) se a extremidade A for aproximada do polo norte de um outro ímã ocorrerá atração.
- b) se a extremidade A for aproximada do polo norte de um outro ímã ocorrerá repulsão.
- c) as duas novas partes não apresentarão propriedades magnéticas
- d) suspendendo-se a parte II pelo seu centro de gravidade a extremidade B se volta, de maneira aproximada, para o norte geográfico
- e) suspendendo-se a parte I pelo seu centro de gravidade a extremidade A se volta, de maneira aproximada, para o sul geográfico

### Comentários

Quando um ímã é dividido transversalmente em duas partes, formam-se dois novos ímãs. Portanto, a extremidade A é um polo norte, e a extremidade B, um polo sul. Dessa forma, aproximando-se A do polo norte de outro ímã, constata-se repulsão.

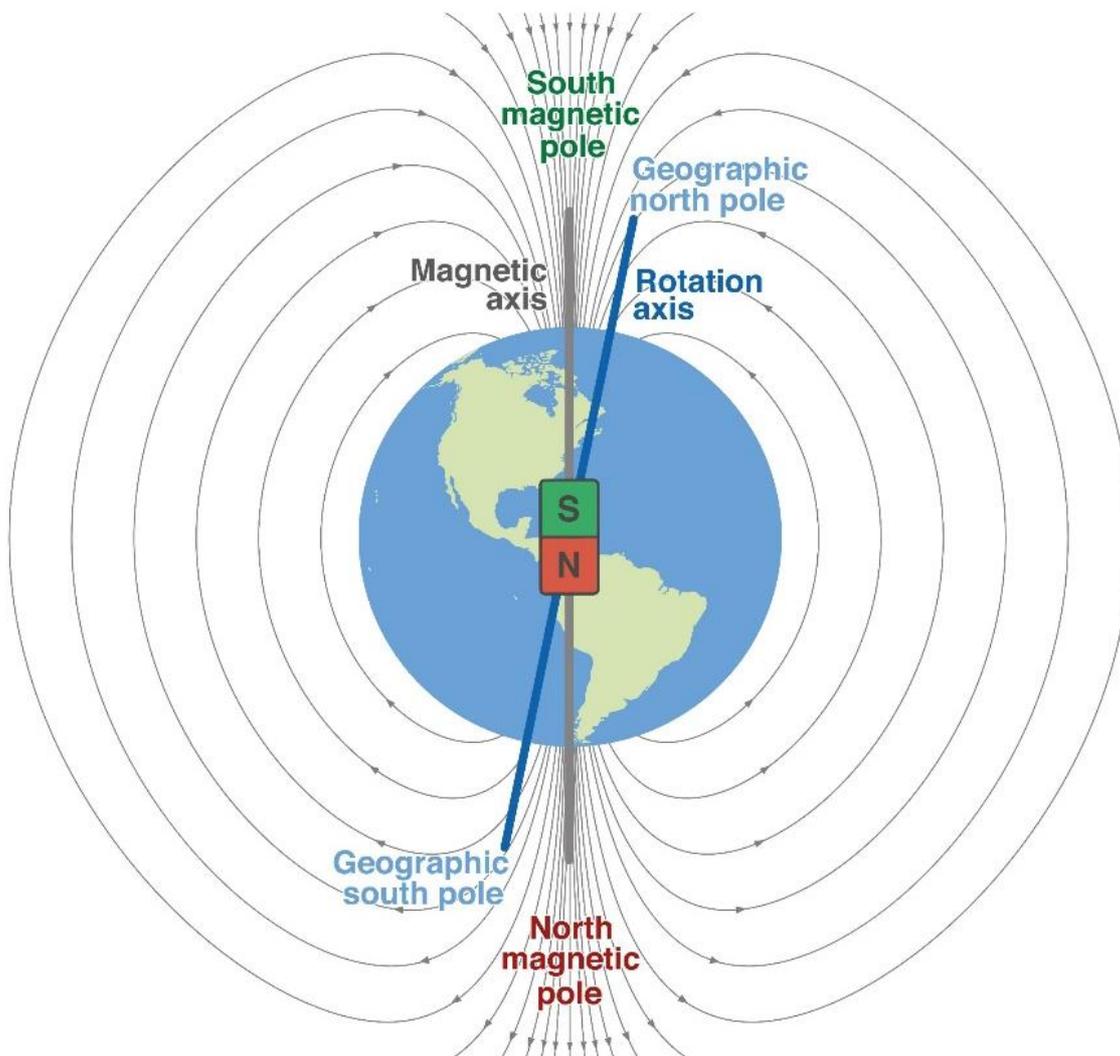
a) Incorreta. A extremidade A é um polo norte, ao ser aproximada do polo norte de outro ímã, ocorre a repulsão.

b) Correta. A extremidade A é um polo norte, ao ser aproximada do polo norte de outro ímã, ocorre a repulsão.

c) Incorreta. As duas novas partes apresentarão propriedades magnéticas, sendo que a extremidade A funcionará como um polo norte e a extremidade B um polo sul.

d) Incorreta. A extremidade B de II, polo sul, se volta para o norte magnético, que é, aproximadamente, o sul geográfico.

e) Incorreta. A extremidade A de I, polo norte, se volta para o sul magnético, que é, aproximadamente, o norte geográfico.



Gabarito: “b”

### 3 - Interação magnética

Antes da experiência de Oersted pensava-se que uma forma de relacionar eletricidade e magnetismo era analisar de qual forma uma carga em repouso interagia com um ímã, mas na prática não se observava nenhum efeito.

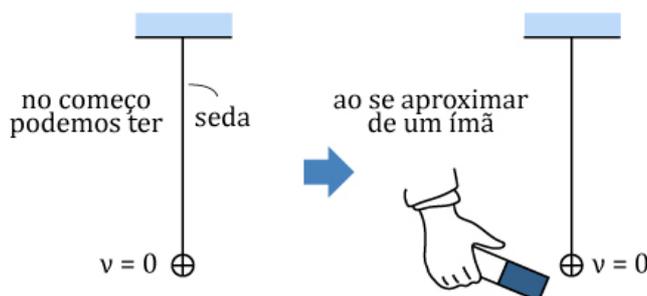


Figura 09.19: Ao se aproximar um ímã de uma carga em repouso, a carga não se desvia.

Por outro lado, quando colocava a carga para realizar um movimento pendular e aproximava um ímã da carga, notava-se que havia uma conexão entre o ímã e a carga, alterando a trajetória da carga no movimento pendular.

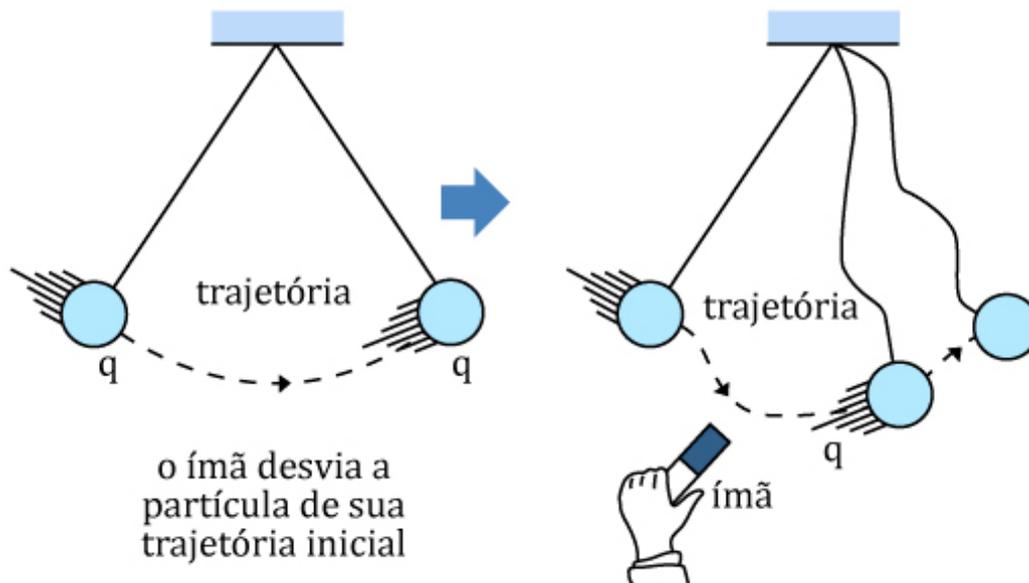


Figura 09.20: Carga elétrica realizando um movimento pendular. Quando aproximamos um ímã, há um desvio na trajetória.

## 5. Lista de exercícios

### 1. (CN – 2019)

Em 1820, o físico dinamarquês Oersted montou um experimento que consistia em um circuito elétrico simples constituído por uma bateria, fios de cobre e uma chave que permitia a ele abrir e fechar o circuito. Tendo colocado próximo a um trecho retilíneo do circuito algumas bússolas, notou que, ao fechar o circuito, as bússolas ali colocadas sofreram uma deflexão, o que permitiu a ele concluir que:

- Ao quebrar um ímã em pedacinhos, cada pedacinho será um novo ímã com polos norte e sul magnéticos.
- O elétron apresenta carga elétrica negativa e o próton positiva.
- A Terra apresenta polos magnéticos norte e sul.
- Corrente elétrica gera campo magnético.
- Corrente elétrica gera campo elétrico.

### 2. (CN – 2018)

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

- Partículas ou corpos com cargas elétricas de sinais iguais se repelem e com sinais diferentes se atraem.
- Um corpo é dito neutro quando possui igual quantidade de prótons e elétrons.
- 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.

### 3. (CN – 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.

### 4. (CN – 2016)

Com relação à eletricidade e ao magnetismo, assinale a opção INCORRETA.

- a) Corpos isolantes apresentam pouca quantidade de elétrons livres e, por isso, podem ser facilmente eletrizados.
- b) Corpos condutores apresentam grande quantidade de elétrons livres e, por isso, apresentam grande dificuldade para serem eletrizados.
- c) A força elétrica entre dois corpos eletrizados pode ser atrativa ou repulsiva, dependendo apenas da carga elétrica dos corpos.
- d) A passagem da corrente elétrica por um fio condutor produz um campo magnético em volta desse fio, que pode ser verificado pela presença de uma bússola.
- e) Os motores elétricos funcionam devido ao aparecimento de forças de origem mecânica, cujo movimento deve-se à passagem de corrente elétrica pelo seu interior.

### 5. (CN – 2014)

Com relação aos conceitos de eletricidade e magnetismo, coloque V (verdadeiro) ou F (falso) nas afirmativas abaixo e, em seguida, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

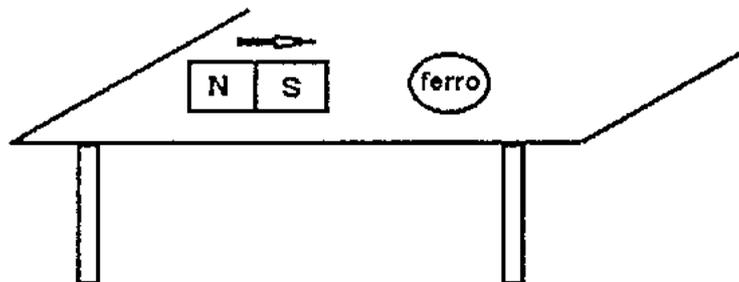
- ( ) Na eletrização por atrito, o corpo que perde elétrons passa a ter mais prótons do que possuía anteriormente e, nesse caso, fica eletrizado com carga positiva.



- ( ) Condutores são corpos que facilitam a passagem da corrente elétrica, pois possuem uma grande quantidade de elétrons livres.
- ( ) Um ímã em forma de barra, ao ser cortado ao meio, dá origem a dois novos ímãs, cada um com apenas um polo (norte ou sul).
- ( ) A bússola magnética, cuja extremidade encarnada é o seu polo norte, aponta para uma direção definida da Terra, próxima ao Polo Norte Geográfico.
- ( ) Geradores são dispositivos que transformam outras formas de energia em energia elétrica.
- ( ) O chuveiro elétrico pode ser considerado um resistor pois transforma energia elétrica em energia exclusivamente térmica.
- a) (F) (V) (F) (V) (V) (V)
- b) (F) (F) (V) (V) (F) (V)
- c) (V) (F) (F) (V) (V) (F)
- d) (V) (V) (V) (F) (F) (F)
- e) (F) (V) (V) (F) (F) (V)

#### 6. (2017/EAM)

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.

#### 7. (2016/EAM)

As bússolas, instrumentos de orientação cuja invenção é atribuída à China do século I a.C., são utilizadas até hoje em diversas situações. Sobre as bússolas, é correto afirmar que



- (A) apontam sempre na direção exata do polo norte geográfico da Terra.
- (B) se alinham seguindo as linhas de indução do campo magnético da Terra.
- (C) por serem imantadas, não podem sofrer influência de correntes elétricas.
- (D) mesmo próximas de um ímã, continuam apontando para o polo norte geográfico da Terra.
- (E) permitem uma navegação segura, pois indicam exatamente a direção que se quer seguir.

### 8. (2015/EAM)

O magnetismo terrestre sempre foi um mistério para muitos estudiosos. As bússolas são constituídas por uma agulha magnética que pode girar livremente em torno de um eixo vertical, permitindo aos navegadores orientarem suas embarcações de acordo com coordenadas geográficas definidas a partir dos pontos cardeais. Sobre o magnetismo terrestre e o funcionamento das bússolas, assinale a opção correta.

- a) Nas regiões próximas à linha do equador, o magnetismo terrestre é nulo.
- b) Nas regiões polares, o magnetismo terrestre é nulo.
- c) Os polos magnéticos da Terra coincidem com seus polos geográficos.
- d) A agulha magnética de uma bússola pode ser orientada em qualquer direção, de acordo com a rota de navegação a ser seguida.
- e) A agulha magnética de uma bússola orienta-se de acordo com o campo magnético da Terra, alinhando-se com esse campo e apontando para o polo sul magnético do planeta.

### 9. (2018/EEAR)

O universo é um grande laboratório onde transformações estão ocorrendo a todo instante, como as explosões que permitem o surgimento (nascimento) e/ou a morte de estrelas e outros corpos celestes. Em uma noite de céu límpido, é possível observar a luz, proveniente de diferentes estrelas, muitas das quais possivelmente já não mais existem. Sabendo que as ondas eletromagnéticas correspondentes ao brilho destas estrelas percorrem o espaço interestelar com a velocidade máxima de 300.000 km/s, podemos afirmar que não ouvimos o barulho destas explosões porque:

- a) A velocidade de propagação das ondas sonoras é muito menor do que a das ondas de luz e, por isso, elas ainda estão caminhando pelo espaço.
- b) Devido a interferência das ondas sonoras de diferentes estrelas, estas se cancelam (anulam) mutuamente e com o campo magnético da Terra.
- c) As ondas sonoras não possuem energia suficiente para caminhar pelo espaço interestelar.
- d) As ondas sonoras são ondas mecânicas e precisam da existência de um meio material para se propagar.



### 10. (2018/EEAR)

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

### 11. (2017/EEAR)

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”.

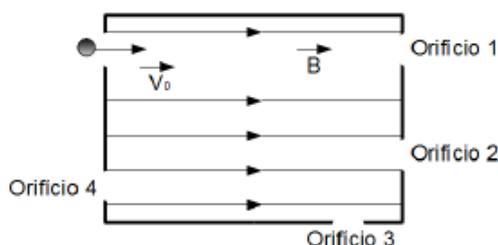
II. “Para um condutor retilíneo infinito percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , o módulo do vetor campo magnético  $B$  em um ponto  $P$ , que está a uma distância  $r$  deste condutor, será inversamente proporcional à distância  $r$  e diretamente proporcional a  $i$ ”.

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

### 12. (2017/EEAR)

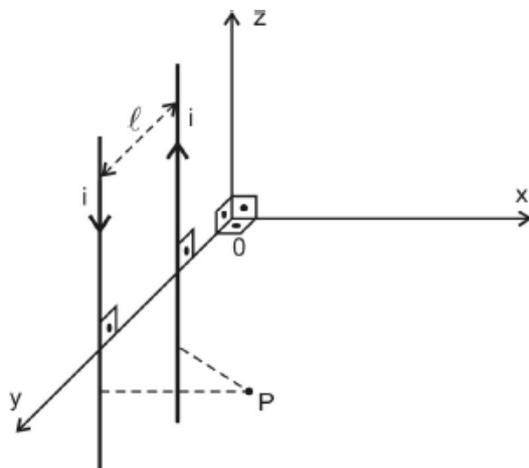
Um projétil de dimensões desprezíveis carregado com uma carga elétrica negativa atinge com velocidade inicial  $v_0$  o orifício de uma câmara que possui em seu interior um campo magnético uniforme paralelo à sua trajetória, como mostra a figura abaixo. Qual orifício melhor representa a possibilidade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



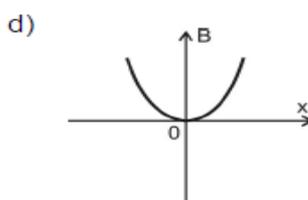
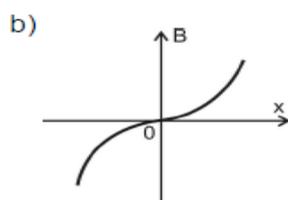
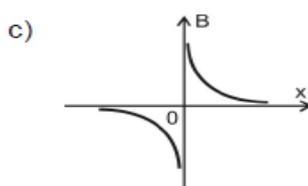
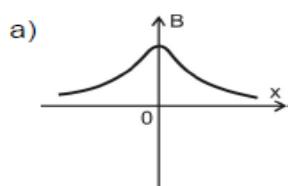
- a) 1                      b) 2                      c) 3                      d) 4

### 13. (2017/AFA)

Dois longos fios paralelos estão dispostos a uma distância  $l$  um do outro e transportam correntes elétricas de mesma intensidade  $i$  em sentidos opostos, como ilustra a figura abaixo.



Nessa figura o ponto P é equidistante dos fios. Assim, o gráfico que melhor representa a intensidade do campo magnético resultante  $B$ , no ponto P, em função da abscissa  $x$ , é



## 6. Gabarito sem comentários

- |            |       |
|------------|-------|
| 1) D       | 8) E  |
| 2) C       | 9) D  |
| 3) B       | 10) A |
| 4) Anulada | 11) C |
| 5) A       | 12) A |
| 6) C       | 13) A |
| 7) B       |       |



ESCLARECENDO!



## 7. Lista de exercícios comentada

### 1. (CN – 2019)

Em 1820, o físico dinamarquês Oersted montou um experimento que consistia em um circuito elétrico simples constituído por uma bateria, fios de cobre e uma chave que permitia a ele abrir e fechar o circuito. Tendo colocado próximo a um trecho retilíneo do circuito algumas bússolas, notou que, ao fechar o circuito, as bússolas ali colocadas sofreram uma deflexão, o que permitiu a ele concluir que:

- a) Ao quebrar um ímã em pedacinhos, cada pedacinho será um novo ímã com polos norte e sul magnéticos.
- b) O elétron apresenta carga elétrica negativa e o próton positiva.
- c) A Terra apresenta polos magnéticos norte e sul.
- d) Corrente elétrica gera campo magnético.
- e) Corrente elétrica gera campo elétrico.

#### Comentários:

a) Correta. Ao quebrar um ímã em pedacinhos, cada pedacinho será um novo ímã com polos norte e sul magnéticos, mas não é isso que é evidenciado com o experimento de Oersted. Esse é o princípio da inseparabilidade magnética.

b) Correta. Mas não é isso que ele deseja na questão, que aborda a experiência de Oersted.

c) Correta. Mas não é isso que ele deseja na questão, que aborda a experiência de Oersted.

d) CORRETA e é a alternativa a ser marcada. A experiência de Oersted serviu para mostrar que quando um fio condutor é percorrido por corrente elétrica, um campo magnético surge ao redor do fio, como menciona a letra D.

e) INCORRETA. A corrente elétrica é ocasionada por uma diferença de potencial, que pode ter um campo elétrico associado na região. Mas, corrente elétrica não gera campo elétrico eletrostático.

**Gabarito: D**

### 2. (CN – 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.

### Comentários:

- a) CORRETA. Princípio da atração e da repulsão de cargas elétricas.
- b) CORRETA. Lembre-se que para ver se um corpo está eletrizado, devemos ver o saldo de cargas positivas e negativas. Um corpo neutro tem o mesmo número de cargas positivas e de carga negativas. Corpo neutro não quer dizer que o corpo não tenha carga.
- c) INCORRETA. Para um corpo se tornar positivamente carregado, basta ele perder elétrons e não ganhar prótons.
- d) CORRETA. Se os corpos estão inicialmente neutros e o sistema está em eletricamente isolado, então a carga total desse sistema deve ser conservado. Como inicialmente temos carga nula no sistema, já que ambos estão neutros, então após atritar os corpos devem ter carga simétricas, isto é, cargas de mesmo módulo e de sinais opostos.
- e) CORRETA. A alternativa apenas enuncia a disposição dos polos magnéticos terrestres. Chamo a atenção para o fato de que os polos magnéticos não estão exatamente nos polos geográficos, eles estão próximos, como menciona a alternativa.

### Gabarito: C

---

### 3. (CN – 2017)

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

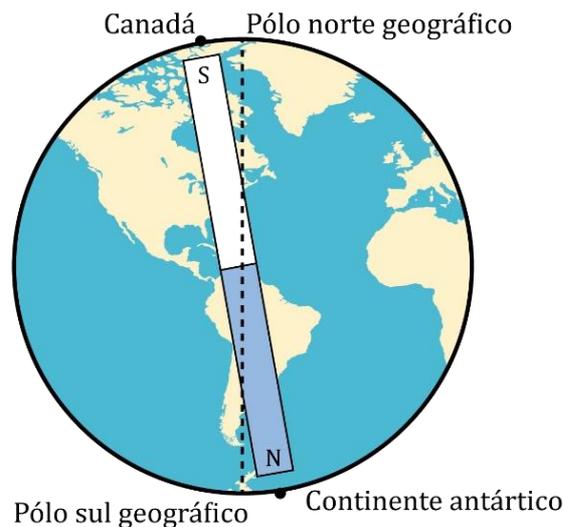
- a) Em qualquer meio transparente, a propagação da luz ocorre sempre em linha reta.
- b) A patinação sobre o gelo acontece porque o aumento da pressão, exercida pelos patins, altera a temperatura de fusão do gelo.
- c) As garrafas e outros objetos jogados no mar chegam até as praias transportados pelas 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.

### Comentários:

- a) INCORRETA. A banca estava preocupada se o aluno sabe do fenômeno da refração. Além disso, a relatividade de Einstein provou que a luz pode se curvar ao passar próxima de um corpo celestial muito massivo, como por exemplo o Sol, efeito conhecido como curvatura do espaço.
- b) CORRETA. Os patins possuem uma área de contato com o solo bem pequena, resultando em um aumento de pressão no local de contato, derretendo o gelo e solidificando em seguida devido à temperatura do gelo estar abaixo do ponto de congelamento para o local.
- c) INCORRETA. As ondas não transportam matéria e sim energia e quantidade de movimento (no caso de ondas mecânicas)
- d) INCORRETA. Na eletrização por contato, os dois corpos ficam com o mesmo sinal de carga, podendo ficar negativo e ceder elétrons ou ainda ficar positivo recebendo elétrons, para os casos de corpo negativo com neutro e corpo positivo com neutro respectivamente. Não é por atrito.
- e) INCORRETA. As bússolas não apontam com precisão para o norte geográfico e sim aproximadamente.



### Gabarito: B

#### 4. (CN – 2016)

Com relação à eletricidade e ao magnetismo, assinale a opção INCORRETA.

- a) Corpos isolantes apresentam pouca quantidade de elétrons livres e, por isso, podem ser facilmente eletrizados.



- b) Corpos condutores apresentam grande quantidade de elétrons livres e, por isso, apresentam grande dificuldade para serem eletrizados.
- c) A força elétrica entre dois corpos eletrizados pode ser atrativa ou repulsiva, dependendo apenas da carga elétrica dos corpos.
- d) A passagem da corrente elétrica por um fio condutor produz um campo magnético em volta desse fio, que pode ser verificado pela presença de uma bússola.
- e) Os motores elétricos funcionam devido ao aparecimento de forças de origem mecânica, cujo movimento deve-se à passagem de corrente elétrica pelo seu interior.

#### Comentários:

- a) Correta. O grande problema nessa alternativa é falar em facilmente eletrizar os corpos. Mas a expressão fica bem vaga. Você pode pegar um canudo de plástico e atritar no cabelo, em seguida colocar em uma corrente de água bem fina na torneira e verá o desvio da água devido ao fato do corpo estar eletrizado.
- b) Correta ou incorreta. Não é tão difícil assim eletrizar um corpo por indução magnética ou colocar duas esferas metálicas previamente carregadas.
- c) INCORRETA. Força elétrica depende do meio, da distância (Lei de Coulomb).
- d) Correta. Novamente, o CN está cobrando o conhecimento do experimento de Oersted. Fica esperto com esse experimento.
- e) INCORRETA. Motores elétricos produzem energia mecânica a partir da energia elétrica.

Inicialmente deram como certa a E e depois anularam.

#### Gabarito: Anulada

---

#### 5. (CN – 2014)

Com relação aos conceitos de eletricidade e magnetismo, coloque V (verdadeiro) ou F (falso) nas afirmativas abaixo e, em seguida, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

- ( ) Na eletrização por atrito, o corpo que perde elétrons passa a ter mais prótons do que possuía anteriormente e, nesse caso, fica eletrizado com carga positiva.
- ( ) Condutores são corpos que facilitam a passagem da corrente elétrica, pois possuem uma grande quantidade de elétrons livres.
- ( ) Um ímã em forma de barra, ao ser cortado ao meio, dá origem a dois novos ímãs, cada um com apenas um polo (norte ou sul).
- ( ) A bússola magnética, cuja extremidade encarnada é o seu polo norte, aponta para uma direção definida da Terra, próxima ao Polo Norte Geográfico.
- ( ) Geradores são dispositivos que transformam outras formas de energia em energia elétrica.
- ( ) O chuveiro elétrico pode ser considerado um resistor pois transforma energia elétrica em energia exclusivamente térmica.



- a) (F) (V) (F) (V) (V) (V)
- b) (F) (F) (V) (V) (F) (V)
- c) (V) (F) (F) (V) (V) (F)
- d) (V) (V) (V) (F) (F) (F)
- e) (F) (V) (V) (F) (F) (V)

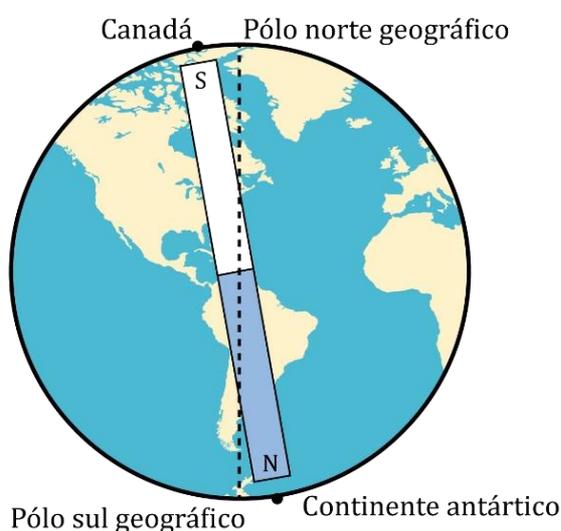
### Comentários:

(F) Se o corpo está carregado negativamente no início, ele perde elétrons mas ainda assim pode ter mais elétrons do que próton, então, não necessariamente ele fica com um salto positivo de cargas.

(V) Nos condutores temos mais elétrons livres, isto é, os elétrons possuem maior mobilidade, o que facilita a movimento deles, ou seja, facilita a passagem da corrente elétrica.

(F) Quando repartimos um ímã, geramos dois novos ímãs com polos norte e sul cada, lembre-se do princípio da inseparabilidade dos polos magnéticos. Não existe o monopólio magnético.

(V) Lembre-se sempre quando a questão falar dos polos magnéticos terrestre dessa figura.



(V) Em geradores elétricos sempre temos a conversão de outra forma de energia (energia química, energia eólica, energia térmica, energia hidráulica, entre outras) em energia elétrica.

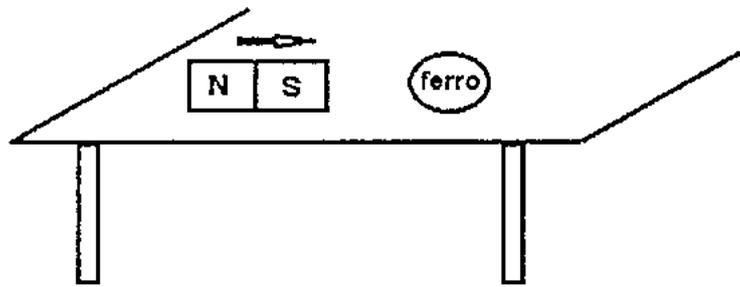
(V) Dentro do chuveiro existe um filamento resistivo e como todo condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, há uma dissipação de energia térmica, fenômeno conhecido como efeito Joule.

### Gabarito: A

#### 6. (2017/EAM)

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.

**Comentários:**

Perceba que a esfera é metálica, então ocorrerá aproximação da esfera metálica em direção ao ímã, ou seja, para a esquerda, não importando qual polo que estiver se aproximando.

**Gabarito: “c”.**

**7. (2016/EAM)**

As bússolas, instrumentos de orientação cuja invenção é atribuída à China do século I a.C., são utilizadas até hoje em diversas situações. Sobre as bússolas, é correto afirmar que

- (A) apontam sempre na direção exata do polo norte geográfico da Terra.
- (B) se alinham seguindo as linhas de indução do campo magnético da Terra.
- (C) por serem imantadas, não podem sofrer influência de correntes elétricas.
- (D) mesmo próximas de um ímã, continuam apontando para o polo norte geográfico da Terra.
- (E) permitem uma navegação segura, pois indicam exatamente a direção que se quer seguir.

**Comentários:**

As bússolas possuem ímãs que se alinham seguindo as linhas de indução do campo magnético da Terra.

**Gabarito: “b”.**

**8. (2015/EAM)**

O magnetismo terrestre sempre foi um mistério para muitos estudiosos. As bússolas são constituídas por uma agulha magnética que pode girar livremente em torno de um eixo vertical, permitindo aos navegadores orientarem suas embarcações de acordo com coordenadas geográficas definidas a partir dos pontos cardeais. Sobre o magnetismo terrestre e o funcionamento das bússolas, assinale a opção correta.

- a) Nas regiões próximas à linha do equador, o magnetismo terrestre é nulo.
- b) Nas regiões polares, o magnetismo terrestre é nulo.
- c) Os polos magnéticos da Terra coincidem com seus polos geográficos.
- d) A agulha magnética de uma bússola pode ser orientada em qualquer direção, de acordo com a rota de navegação a ser seguida.
- e) A agulha magnética de uma bússola orienta-se de acordo com o campo magnético da Terra, alinhando-se com esse campo e apontando para o polo sul magnético do planeta.

**Comentários:**

Sobre o campo magnético terrestre é possível afirmar que o norte magnético é mais próximo do sul geográfico e o sul magnético é mais próximo do norte geográfico. Contudo, os polos magnéticos não coincidem com os polos geográficos mais próximos. Assim como o campo terrestre não possui um local, sobre o planeta, no qual ele é nulo.

Somado a isso, temos que a bússola irá se orientar pelo campo magnético terrestre e, por isso, ele não irá ser orientado em qualquer direção, mas, sim, para o sul magnético do planeta.

Sendo assim, a alternativa correta é a letra E.

**Gabarito: “e”.**

---

**9. (2018/EEAR)**

O universo é um grande laboratório onde transformações estão ocorrendo a todo instante, como as explosões que permitem o surgimento (nascimento) e/ou a morte de estrelas e outros corpos celestes. Em uma noite de céu límpido, é possível observar a luz, proveniente de diferentes estrelas, muitas das quais possivelmente já não mais existem. Sabendo que as ondas eletromagnéticas correspondentes ao brilho destas estrelas percorrem o espaço interestelar com a velocidade máxima de 300.000 km/s, podemos afirmar que não ouvimos o barulho destas explosões porque:

- a) A velocidade de propagação das ondas sonoras é muito menor do que a das ondas de luz e, por isso, elas ainda estão caminhando pelo espaço.
- b) Devido a interferência das ondas sonoras de diferentes estrelas, estas se cancelam (anulam) mutuamente e com o campo magnético da Terra.
- c) As ondas sonoras não possuem energia suficiente para caminhar pelo espaço interestelar.
- d) As ondas sonoras são ondas mecânicas e precisam da existência de um meio material para se propagar.

**Comentários:**

O som é uma onda mecânica e, como tal, necessita de meio material para se propagar. Como o espaço é formado por vácuo, não há transmissão das ondas sonoras, o que, conseqüentemente, faz com que não escutemos o barulho das explosões citadas.

**Gabarito: “d”.**

---



### 10. (2018/EEAR)

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

#### Comentários:

O fluxo é dado por:

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

Onde, B é o campo magnético, "A" é a área e  $\theta$  é o ângulo entre as linhas de campo e o vetor normal a espira.

Como o ângulo da espira com as linhas de campo é de  $0^\circ$ , podemos inferir que  $\theta = 90^\circ$  (espira paralela ao campo). Daí:

$$\phi = B \cdot A \cdot \cos 90$$

$$\phi = B \cdot A \cdot 0$$

$$\phi = 0 \text{ Wb}$$

**Gabarito: "a".**

---

### 11. (2017/EEAR)

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

#### Comentários:

I - A Lei de Faraday relaciona a força eletromotriz induzida à variação do fluxo magnético;

II - A Lei de Lenz associa o sentido da corrente elétrica à variação de fluxo magnético;

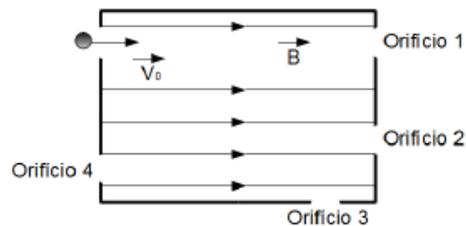
III - A Lei de Ampère permite calcular o campo magnético associado a uma densidade de distribuição de corrente elétrica;

**Gabarito: "c".**



### 12. (2017/EEAR)

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

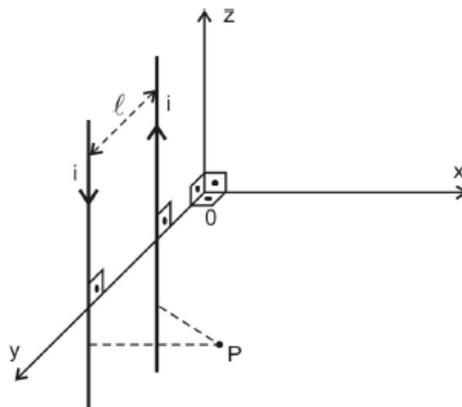
#### Comentários:

Quando o campo magnético está paralelo à velocidade não há força magnética agindo em carga puntiforme.

**Gabarito: "a".**

### 13. (2017/AFA)

Dois longos fios paralelos estão dispostos a uma distância  $l$  um do outro e transportam correntes elétricas de mesma intensidade  $i$  em sentidos opostos, como ilustra a figura abaixo.



Nessa figura o ponto P é equidistante dos fios. Assim, o gráfico que melhor representa a intensidade do campo magnético resultante  $B$ , no ponto P, em função da abscissa  $x$ , é

- a)                                      c)
- b)                                      d)

### Comentários:

Seja  $d$  a distância entre a parte do fio que toca o plano  $xy$  e  $P$ , tal que:

$$d^2 = x^2 + \frac{l^2}{4}$$

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

$$|B_{resultante}| = 2 * |B| * \text{sen}\alpha = \frac{\mu \cdot i \cdot l \cdot 2}{2\pi d \cdot 2d} = \frac{\mu \cdot i \cdot l}{2\pi d^2} = \frac{\mu \cdot i \cdot l}{2\pi \left(x^2 + \frac{l^2}{4}\right)}$$

Assim, analisando os extremos:  $x \Rightarrow 0$  temos que  $f(x)$  é máximo e quando  $x \Rightarrow \pm$  infinito temos que  $f(x)$  tende a zero. Apenas o gráfico a) corresponde;

**Gabarito: "a".**

---



## 8. Considerações finais da aula

Tome nota nos exercícios mais difíceis e faça mais de uma vez, com consciência completa do que você está fazendo. Não deixe nada passar com dúvidas.

Sabemos que o caminho para a aprovação é árduo, mas comentarei o maior número de questões do CN e passarei todos os bizes possíveis.

Conte conosco nessa jornada. Quaisquer dúvidas, críticas ou sugestões entre em contato pelo fórum de dúvidas do Estratégia ou se preferir:



 @proftoniburgatto



 @profhenriquegoulart

## 9. Referências bibliográficas

- [1] Calçada, Caio Sérgio. Física Clássica volume 5. 2. Ed. Saraiva Didáticos, 2012. 576p.
- [2] Newton, Gualter, Helou. Tópicos de Física volume 3. 11ª ed. Saraiva, 1993. 303p.
- [3] Toledo, Nicolau, Ramalho. Os Fundamentos da Física volume 3. 9ª ed. Moderna. 490p.
- [4] Resnick, Halliday, Jearl Walker. Fundamentos de Física volume 3. 10ª ed. LTC. 365p.



## 10. Versão de aula

Versão da aula	Data da atualização
1.0	19/06/2020

