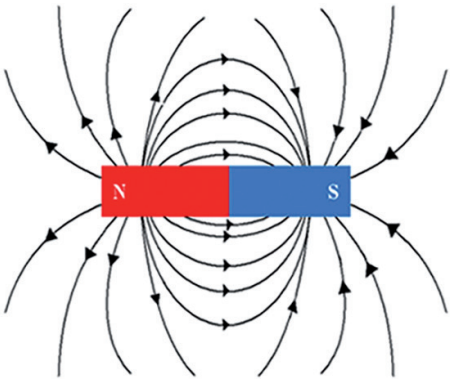
24 CAMPO MAGNÉTICO

Como vimos, o ímã possui a propriedade de atrair corpos ferromagnéticos (ferro, níquel, cobalto etc.), portanto, podemos afirmar que um ímã exerce uma influência na região ao seu redor. Nesse caso, dizemos que o ímã cria um campo magnético nessa região.

O campo magnético, como se trata de uma grandeza vetorial, será representado por um vetor, denominado vetor indução magnética e simbolizado por B, sua unidade no Sistema Internacional (S.I.) é o tesla (T).

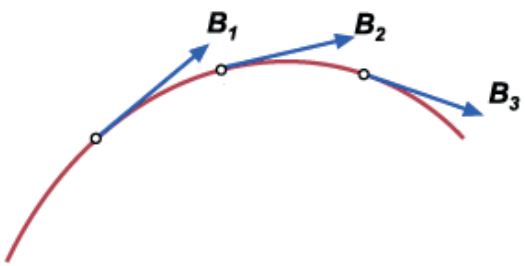
LINHAS DE INDUÇÃO DE UM ÍMÃ

Para representar o campo magnético em todos os pontos ao redor de um ímã são utilizadas linhas de indução. O vetor campo magnético (B) é tangente às linhas de indução e seu módulo será mais intenso com o aumento da densidade dessas linhas.



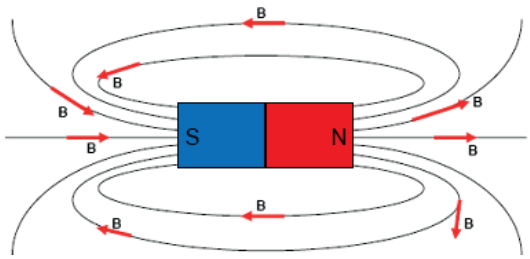
Por convenção, as linhas são orientadas "saindo" do polo norte e "entrando" no polo sul na região externa ao imã.

Para se obter o vetor campo magnético em qualquer ponto representado por uma linha de indução, basta traçar uma tangente, respeitando sempre o sentido da linha de indução.



Veja as características das linhas de indução.

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



PROEXPLICA

Representações do Campo Magnético



Nesta representação vemos as extremidades das setas do vetor campo. O vetor aponta para o leitor e forma um ângulo de 90º com o plano do papel.

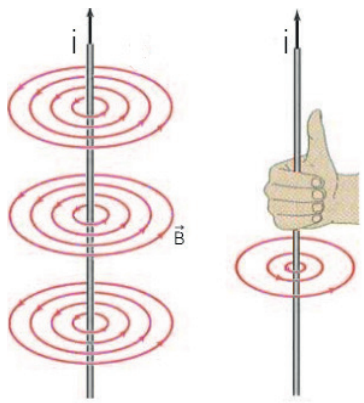


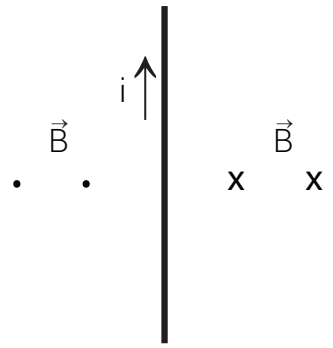
Nesta representação vemos os pontos de aplicação das setas do vetor campo. O vetor aponta para dentro do papel e forma um ângulo de 90º com o plano do papel

CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO

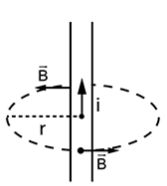
FIO RETILÍNEO

Vamos considerar um fio retilíneo a analisar regiões próximas do fio e afastadas de suas extremidades. Ao passar uma corrente elétrica de intensidade **i**, observamos linhas de indução do campo magnético sendo geradas, essas linhas são circunferências dispostas em planos perpendiculares ao condutor, com centros neste, cujos sentidos são dados pela **regra da mão direita envolvente.** Para aplicar essa regra, "segure" o fio com a mão direita, e alinhe seu polegar de forma que a ponta do dedo fique no mesmo sentido da corrente elétrica **i**, os outros dedos darão, automaticamente, o sentido das linhas de indução.

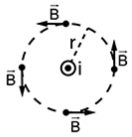




Já que um fio percorrido por uma corrente elétrica pode gerar um campo magnético à sua volta, podemos supor facilmente que quanto maior for essa corrente, maior será esse campo magnético, porém seu módulo diminui para pontos mais afastados.



vista de cima



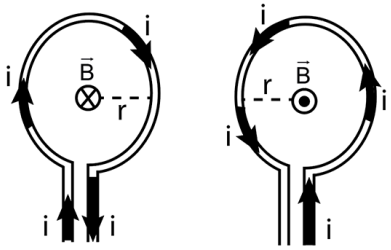
$$B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi r}$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A (vácuo)

$\mu \rightarrow$ permeabilidade magnética do meio

ESPIRA

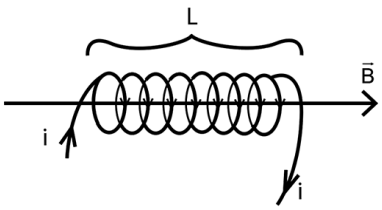
Agora coloquemos um fio, percorrido por uma corrente elétrica, em formato de circunferência. O cálculo do módulo do campo magnético no centro da Espira será dado por:



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

SOLENOIDE

Um enrolamento de fios percorridos por uma corrente elétrica. Para um solenoide infinito, o campo magnético externo é nulo, só há campo magnético no interior e seu módulo é calculado por:

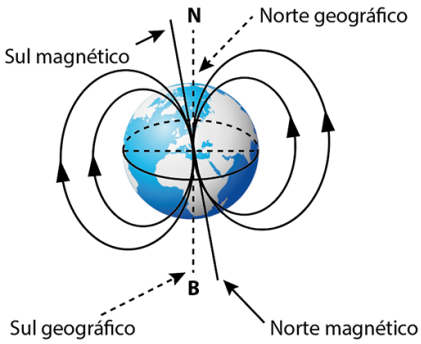


$$B = \frac{\mu \cdot n \cdot i}{L}$$

O módulo do campo será proporcional ao número de espiras do enrolamento (número n de voltas dadas pelo fio).

CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE E BÚSSOLA

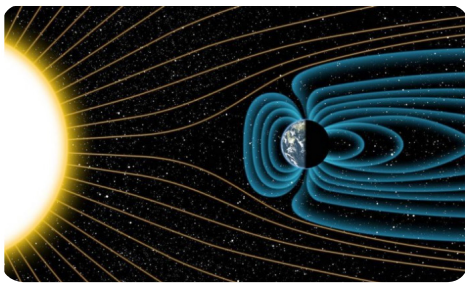
A Terra funciona como um gigantesco ímã (consequência das correntes elétricas existentes na parte central da Terra, constituída de ferro fundido), porém, há uma diferença em relação ao nome dos polos. Próximo ao polo norte geográfico existe o polo sul magnético e próximo ao polo sul geográfico existe o polo norte magnético. Por isso, o polo norte de uma bússola (ímã especialmente utilizado para orientação) sempre aponta para norte geográfico (sul magnético). Polos com nomes diferentes se atraem. Essas diferenças ocorrem devido a convenções (geográficas e magnéticas) distintas adotadas.



PROEXPLICA

Cinturão de Van Allen

O campo magnético terrestre gera uma proteção das radiações provindas do espaço. Partículas de alta energia são deflexionadas, ou capturadas pelos dois cinturões que blindam a Terra contra as altas energias provindas do Cosmos e do Sol. Os íons de hélio trazidos pelo vento solar ficam sob influência do campo magnético terrestre e entram em movimento de espiral freneticamente, entre as regiões de campo magnético intenso próximo aos polos magnéticos do ímã Terra. Estas partículas são responsáveis pelos chamados cinturões de Van Allen que envolvem a Terra, causando o belíssimo efeito visual da aurora boreal (norte) e austral (sul).

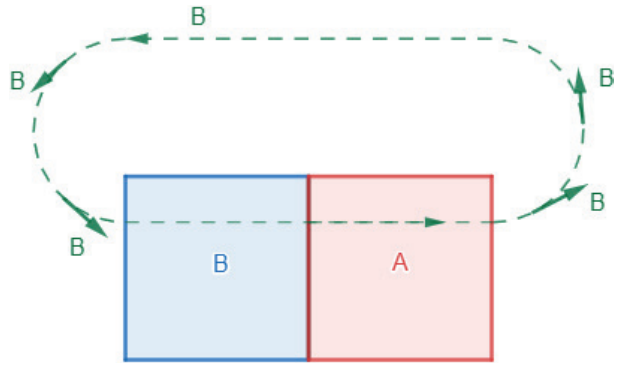




EXERCÍCIOS PROTREINO

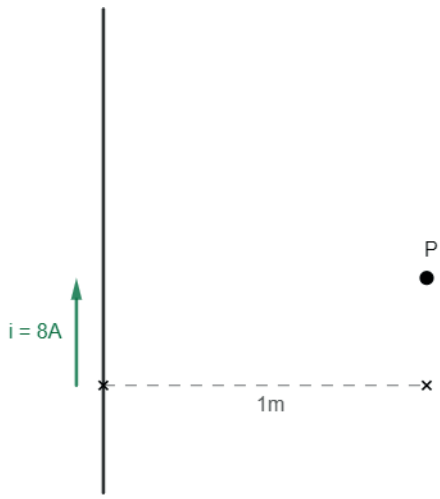
Para as questões Protreino, adote: $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A

01. Num desenho fora de escala uma linha de indução magnética é representada num imã.



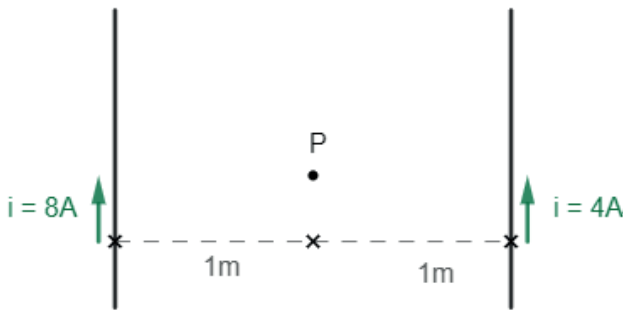
Determine o lado Norte e Sul do imã representado acima.

02. Um fio retilíneo, muito longo, é atravessado por uma corrente de intensidade 8A.



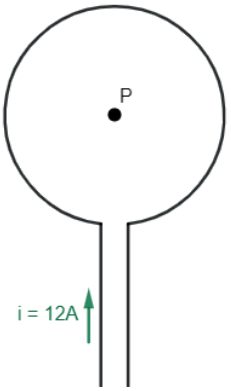
Calcule a intensidade do campo magnético no ponto P.

03. Dois fios condutores retilíneos, muito longos e paralelos entre si, são percorridos por correntes elétricas de intensidade distintas, conforme representado na imagem abaixo:



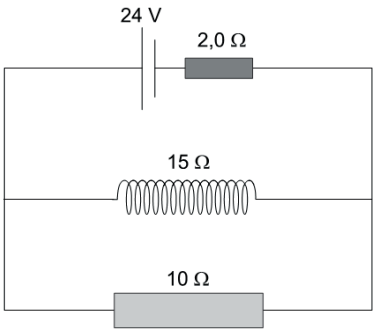
Calcule o sentido e a intensidade do campo magnético resultante no ponto P.

04. Uma espira circular de raio R = 1,5 πm paralela ao plano do papel é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade de 12A, conforme esquema abaixo:



Determine a direção, o sentido e a intensidade do campo magnético no centro da espira, representado pelo ponto P.

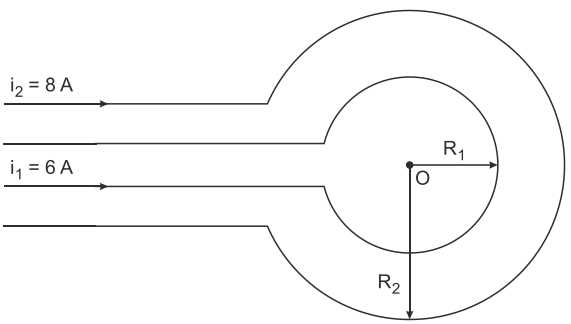
05. Um circuito é composto por um gerador ideal, dois resistores ôhmicos e um solenoide de 50 espiras e 20 cm de comprimento, conforme esquema abaixo:



Determine a intensidade do campo magnético no interior do solenoide. Adote: π = 3.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (ESPCEX (AMAN)) 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.



Desenho ilustrativo - fora de escala

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

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.

02. (UNESP) A configuração do campo magnético terrestre causa um efeito chamado inclinação magnética. Devido a esse fato, a agulha magnética de uma bússola próxima à superfície terrestre, se estiver livre, não se mantém na horizontal, mas geralmente inclinada em relação à horizontal (ângulo á, na figura 2). A inclinação magnética é mais acentuada em regiões de maiores latitudes. Assim, no equador terrestre a inclinação magnética fica em torno de 0°, nos polos magnéticos é de 90°, em São Paulo é de cerca de 20°, com o polo norte da bússola apontado para cima, e em Londres é de cerca de 70°, com o polo norte da bússola apontado para baixo.

Figura 1

O campo magnético terrestre

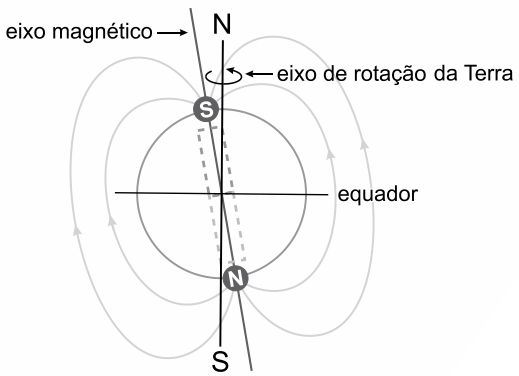
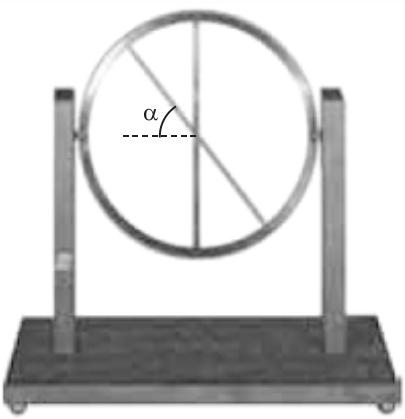


Figura 2

Bússola para medição da inclinação magnética



(http://museu.fis.uc.pt. Adaptado.)

Esse efeito deve-se ao fato de a agulha magnética da bússola alinhar-se sempre na direção

a) perpendicular às linhas de indução do campo magnético da Terra e ao fato de o polo norte magnético terrestre estar próximo ao polo sul geográfico da Terra.
b) tangente à Linha do Equador e ao fato de o eixo de rotação da Terra coincidir com o eixo magnético que atravessa a Terra.
c) tangente às linhas de indução do campo magnético da Terra e ao fato de o polo norte magnético terrestre estar próximo ao polo norte geográfico da Terra.
d) tangente às linhas de indução do campo magnético da Terra e ao fato de o polo norte magnético terrestre estar próximo ao polo sul geográfico da Terra.
e) paralela ao eixo magnético terrestre e ao fato de o polo sul magnético terrestre estar próximo ao polo norte geográfico da Terra.

03. (UECE) O módulo do vetor campo magnético gerado por uma corrente elétrica constante passando por um fio retilíneo depende da distância do ponto de medição do campo ao fio. Assim, é correto afirmar que a direção desse vetor é

a) perpendicular ao fio somente para um dos sentidos da corrente.
b) perpendicular ao fio independente do sentido da corrente.
c) paralela ao fio independente do sentido da corrente.
d) paralela ao fio somente para um dos sentidos da corrente.

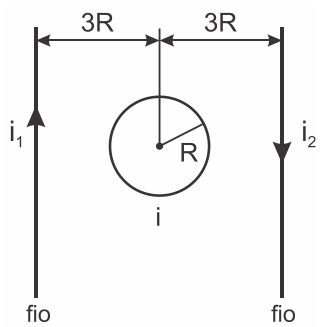
04. (EEAR) Uma espira circular com 10π cm de diâmetro, ao ser percorrida por uma corrente elétrica de 500 mA de intensidade, produz no seu centro um vetor campo magnético de intensidade igual a _____ $\cdot 10^{-6}$ T. Obs. Utilize $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ t·m/A

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

05. (ESPCEX (AMAN)) 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.

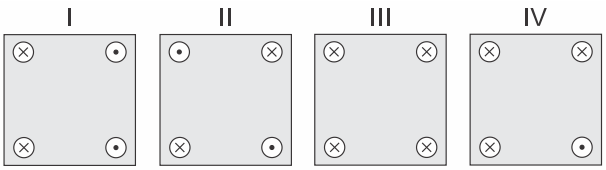


DESENHO ILUSTRATIVO
FORA DE ESCALA

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

06. (FUVEST) As figuras representam arranjos de fios longos, retilíneos, paralelos e percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade. Os fios estão orientados perpendicularmente ao plano desta página e dispostos segundo os vértices de um quadrado. A única diferença entre os arranjos está no sentido das correntes: os fios são percorridos por correntes que entram ⊗ ou saem ⊙ do plano da página.



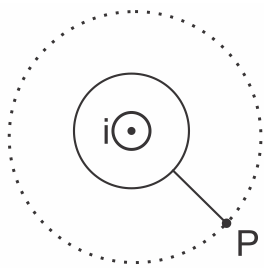
O campo magnético total é nulo no centro do quadrado apenas em

a) I.
b) II.
c) I e II.
d) II e III.
e) III e IV.

07. (UECE) No caso hipotético de uma corrente elétrica por um condutor retilíneo, há geração de um campo magnético

a) na mesma direção do condutor.
b) que aumenta proporcionalmente à distância do condutor.
c) que é constante e uniforme em torno da direção do condutor.
d) em direções perpendiculares à do condutor.

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



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

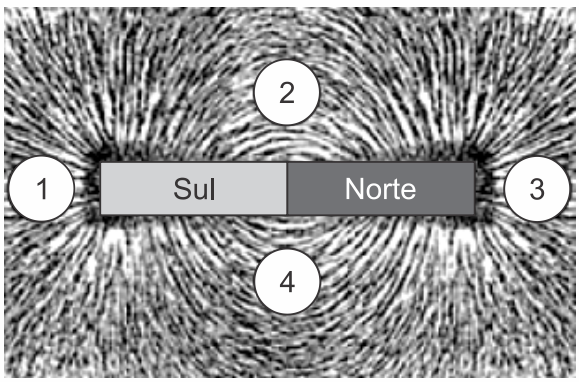
a) 
c) 
b) 
d) 

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

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

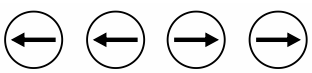
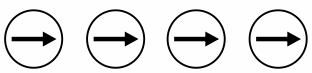
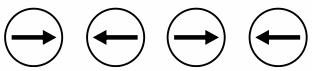
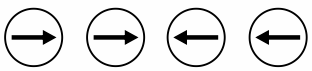
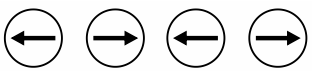
a) Diâmetro do fio condutor.
b) Distância entre as espiras.
c) Densidade linear de espiras.
d) Corrente que circula pelo fio.
e) Permeabilidade relativa do núcleo.

10. (UNESP) Um ímã em forma de barra, com seus polos Norte e Sul, é colocado sob uma superfície coberta com partículas de limalha de ferro, fazendo com que elas se alinhem segundo seu campo magnético. Se quatro pequenas bússolas, 1, 2, 3 e 4, forem colocadas em repouso nas posições indicadas na figura, no mesmo plano que contém a limalha, suas agulhas magnéticas orientam-se segundo as linhas do campo magnético criado pelo ímã.



(www.grupoescolar.com. Adaptado.)

Desconsiderando o campo magnético terrestre e considerando que a agulha magnética de cada bússola seja representada por uma seta que se orienta na mesma direção e no mesmo sentido do vetor campo magnético associado ao ponto em que ela foi colocada, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, as configurações das agulhas das bússolas 1, 2, 3 e 4 na situação descrita.

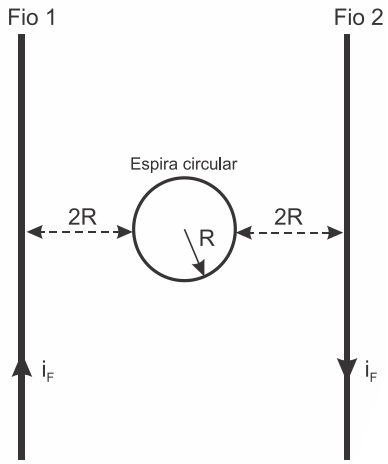
a) 
b) 
c) 
d) 
e) 

11. (UECE) Em um experimento A, sobre eletromagnetismo, um fio condutor muito fino é disposto em linha reta sobre uma mesa isolante horizontal. Pelo fio passa uma corrente elétrica constante. Em um segundo experimento, B, o mesmo fio é disposto na forma de uma circunferência também sobre a mesa. Em ambas as situações o fio está contido no plano da mesa.

É correto afirmar que, no plano da mesa, os campos magnéticos produzidos pela corrente elétrica nos dois experimentos são

a) verticais.
b) horizontais.
c) vertical e horizontal, respectivamente.
d) horizontal e vertical, respectivamente.

12. (PUCSP) A figura representa dois fios condutores retilíneos e muito compridos, paralelos e percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade (i_F), porém, de sentidos contrários. Entre os fios há uma espira circular de raio R percorrida por uma corrente elétrica de intensidade (i_E). Determine a razão $\frac{i_E}{i_E}$ e o sentido da corrente elétrica na espira circular para que o campo de indução magnética resultante no centro da espira seja nulo. Os fios condutores e a espira circular estão situados no mesmo plano.

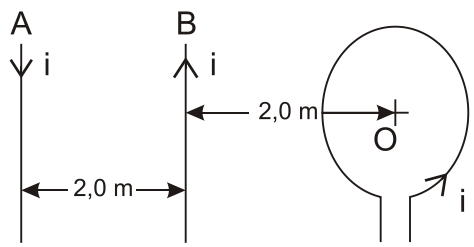


a) π e o sentido da corrente na espira deve ser anti-horário.
b) π e o sentido da corrente na espira deve ser horário.
c) $1{,}5\pi$ e o sentido da corrente na espira deve ser horário.
d) $1{,}5\pi$ e o sentido da corrente na espira deve ser anti-horário.

13. (UDESC) Considere um longo solenoide ideal composto por 10.000 espiras por metro, percorrido por uma corrente contínua de 0,2 A. O módulo e as linhas de campo magnético no interior do solenoide ideal são, respectivamente:

a) Nulo, inexistentes.
b) $8\pi \times 10^{-4}$ T, circunferências concêntricas.
c) $4\pi \times 10^{-4}$ T, hélices cilíndricas.
d) $8\pi \times 10^{-3}$ T, radiais com origem no eixo do solenoide.
e) $8\pi \times 10^{-4}$ T, retas paralelas ao eixo do solenoide.

14. (ESPCEX (AMAN)) Dois fios "A" e "B" retos, paralelos e extensos, estão separados por uma distância de 2 m. Uma espira circular de raio igual a $\pi/4$ m encontra-se com seu centro "O" a uma distância de 2 m do fio "B", conforme desenho abaixo.



desenho ilustrativo - fora de escala

A espira e os fios são coplanares e se encontram no vácuo. Os fios "A" e "B" e a espira são percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade i = 1 A com os sentidos representados no desenho. A intensidade do vetor indução magnética resultante originado pelas três correntes no centro "O" da espira é:

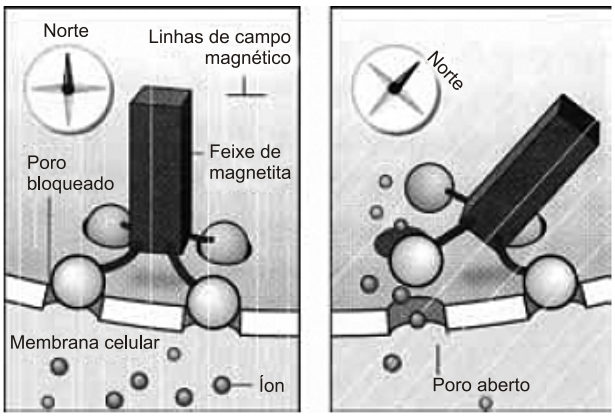
Dado: Permeabilidade magnética do vácuo: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m/A

a) $3{,}0 \cdot 10^{-7}$ T
b) $4{,}5 \cdot 10^{-7}$ T
c) $6{,}5 \cdot 10^{-7}$ T
d) $7{,}5 \cdot 10^{-7}$ T
e) $8{,}0 \cdot 10^{-7}$ T

15. (UNESP)

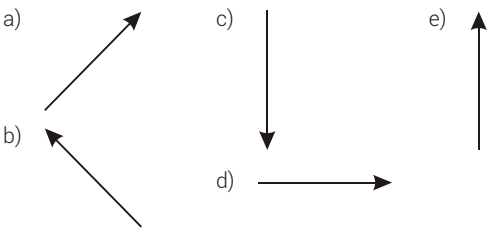
A bússola interior

A comunidade científica, hoje, admite que certos animais detectam e respondem a campos magnéticos. No caso das trutas arco-íris, por exemplo, as células sensoriais que cobrem a abertura nasal desses peixes apresentam feixes de magnetita que, por sua vez, respondem a mudanças na direção do campo magnético da Terra em relação à cabeça do peixe, abrindo canais nas membranas celulares e permitindo, assim, a passagem de íons; esses íons, a seu turno, induzem os neurônios a enviarem mensagens ao cérebro para qual lado o peixe deve nadar. As figuras demonstram esse processo nas trutas arco-íris:

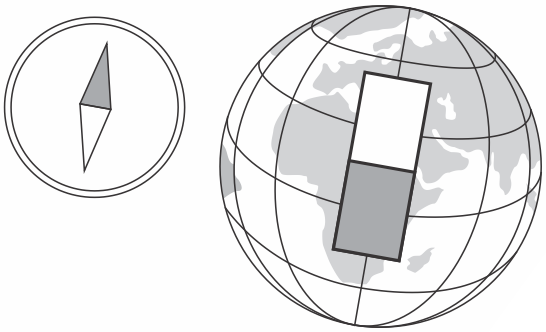


(*Scientific American Brasil* – Aula Aberta, n.º 13. Adaptado.)

Na situação da figura 2, para que os feixes de magnetita voltem a se orientar como representado na figura 1, seria necessário submeter as trutas arco-íris a um outro campo magnético, simultâneo ao da Terra, melhor representado pelo vetor



16. (COTUCA) Podemos dizer que a Terra e a agulha de uma bússola comportam-se como barras de ímãs, que possuem polos magnéticos Norte e Sul. Na figura a seguir, o Polo Norte magnético da agulha da bússola aponta de forma aproximada para o Polo Norte geográfico terrestre.



Desta forma, podemos concluir que:

a) o Polo Sul magnético da agulha da bússola aponta para o Polo Norte geográfico terrestre, aproximadamente.

b) o Polo Sul magnético da agulha da bússola é atraído pelo Polo Sul magnético da Terra.

c) o Polo Sul magnético da agulha da bússola aponta para o Polo Sul geográfico terrestre, aproximadamente.

d) o Polo Norte magnético da agulha da bússola aponta para o Polo Sul geográfico terrestre, aproximadamente.

e) os Polos magnéticos da agulha são atraídos pelos Polos magnéticos terrestres de mesma denominação.

17. (CPS) Leia as afirmações e a imagem.

- Todo ímã possui dois polos magnéticos, conhecidos como norte e sul.

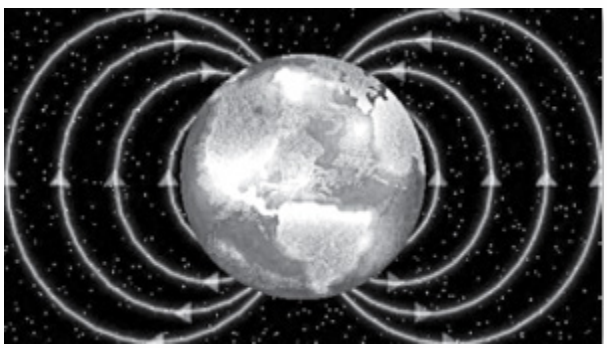
- Nos ímãs, as linhas de campo magnético saem do polo norte, circundam externamente o ímã e entram no polo sul.

- Quando dois ímãs são aproximados, os polos de nomes diferentes se atraem enquanto que os polos de nomes iguais se repelem.

- A agulha de uma bússola é um ímã. A ponta dessa agulha corresponde ao polo norte desse ímã.

- O interior do planeta Terra pode ser comparado a um grande ímã, mantendo um forte campo magnético em torno do planeta.

- O Polo Norte Geográfico se encontra no hemisfério do planeta que abriga o Polo Sul Magnético. Do mesmo modo, o Polo Sul Geográfico se encontra no hemisfério do planeta que abriga o Polo Norte Magnético.



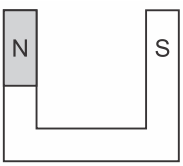
<https://tinyurl.com/y6b3ourg> Acesso em: 26.10.2019. Original colorido.

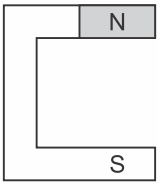
Considerando cada afirmação e tendo como referência a posição do planeta na imagem apresentada, o ímã que poderia substituir o interior da Terra é

a)

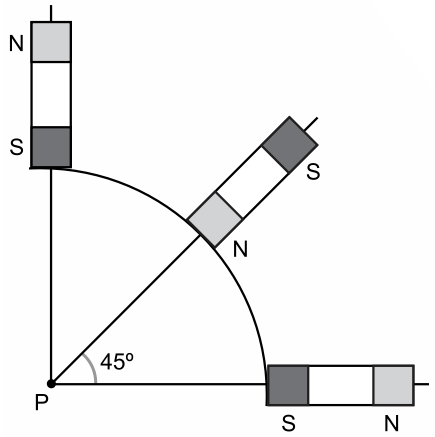

b)


c)


d)


e)


18. (FAMERP) Três ímãs idênticos, em forma de barra, estão dispostos com uma de suas extremidades equidistantes de um ponto P, como mostra a figura.



O campo de indução magnética resultante da ação dos três ímãs no ponto P é representado pelo vetor

a)

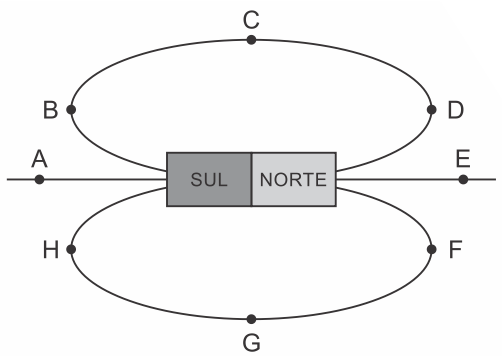

b)

c)


d)


e) nulo

19. (UEFS) A figura representa um ímã em forma de barra, seus dois polos magnéticos Norte e Sul e algumas linhas de indução, contidas no plano da figura, do campo magnético criado pelo ímã. Sobre essas linhas estão assinalados os pontos de A até H.



Desprezando a ação de quaisquer outros campos magnéticos, o vetor campo magnético criado por esse ímã tem a mesma direção e o mesmo sentido em

a) B e H.

b) B e D.

c) E e G.

d) A e C.

e) D e H.

20. (CFTRJ)



"X-MEN APOCALIPSE:
Magneto ainda mais poderoso neste filme"

O título de *X-Men: Apocalipse* não se refere apenas ao vilão do filme com fome de poder, mas também à grande quantidade de destruição que será mostrada nas telas.

Despertado depois de milhares de anos, o antigo mutante *Apocalipse* acredita que o mundo precisa de um recomeço massivo, e com a ajuda de seus quatro cavaleiros – *Magneto*, *Tempestade*, *Psylocke* e *Anjo* – irão iniciar uma aniquilação épica. E cabe aos X-Men, incluindo *Charles Xavier* e *Mística* parar a carnificina, mas os heróis têm seu trabalho interrompido, pois os quatro cavaleiros são impregnados de poder por terem se juntando ao time do vilão.

(Adaptado de: http://universoxmen.com.br/2015/12/x-menapocalipse-magneto-estara-ainda-mais-poderoso-no-filme/. Acessado em: 13/09/2017)

Peça chave desse filme, Magneto é um personagem criado em 1963 e publicado, desde então, pela editora Marvel Comics. Ele é um mutante com enormes poderes de manipulação de *campos magnéticos*, sendo um dos mais poderosos mutantes do Universo Marvel.

Imagine que Magneto tenha manipulado o campo magnético do seu próprio corpo a ponto de transformá-lo num "ímã humano" com seu polo norte magnético localizado em sua cabeça. Uma bússola é então colocada no ponto A, em frente a Magneto, conforme a figura.



(Adaptado de: <https://www.fightersgeneration.com/np6/char/magneto-mvc3.jpg> Acessado em: 13/09/2017)

Sabendo que o vermelho da agulha corresponde ao polo norte da bússola, qual alternativa melhor representa a orientação da agulha?

a) 

c) 

b) 

d) 

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. (UERJ) A questão a seguir aborda situações relacionadas ao ambiente do metrô, referindo-se a uma mesma composição, formada por oito vagões de dois tipos e movida por tração elétrica. Para seus cálculos, sempre que necessário, utilize os dados e as fórmulas abaixo.

Características da composição			
Gerais	velocidade máxima		100 km/h
	aceleração constante		1,10 m/s²
	desaceleração constante		1,25 m/s²
	quantidade de vagões	tipo I	2
		tipo II	6
	massa média por passageiro		60 kg
Por vagão	comprimento médio		22,0 m
	largura		3,00 m
	altura		3,60 m
	massa	tipo I	38.000 kg
		tipo II	35.000 kg
	motores	quantidade	4
		potência por motor	140 kW
	capacidade máxima		8 passageiros/m²

Nas linhas de metrô, o dispositivo conhecido como terceiro trilho fornece energia elétrica para alimentar os motores das composições, produzindo um campo magnético em seu entorno, cuja intensidade varia em função da distância. Observe, abaixo, a imagem da plataforma de uma estação. Nela, uma passageira está de pé, a 5,0 m de distância do terceiro trilho.

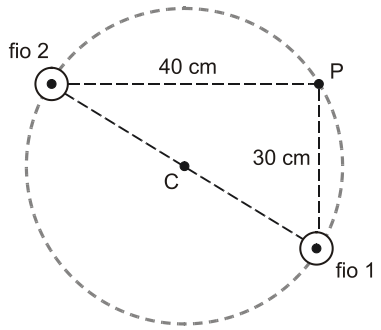


pt.wikipedia.org

Admita que uma corrente contínua de 5.000 ampères atravesse o terceiro trilho da linha metroviária.

Determine, em teslas, a intensidade do campo magnético produzido sobre a passageira na plataforma.

02. (UNESP) Dois fios longos e retilíneos, 1 e 2, são dispostos no vácuo, fixos e paralelos um ao outro, em uma direção perpendicular ao plano da folha. Os fios são percorridos por correntes elétricas constantes, de mesmo sentido, saindo do plano da folha e apontando para o leitor, representadas, na figura, pelo símbolo ⊙. Pelo fio 1 circula uma corrente elétrica de intensidade i_1 = 9 A e, pelo fio 2, uma corrente de intensidade i_2 = 16 A. A circunferência tracejada, de centro C, passa pelos pontos de intersecção entre os fios e o plano que contém a figura.

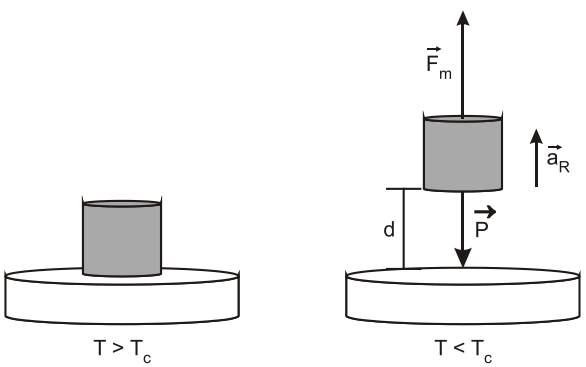


Considerando $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$, calcule o módulo do vetor indução magnética resultante, em tesla, no centro C da circunferência e no ponto P sobre ela, definido pelas medidas expressas na figura, devido aos efeitos simultâneos das correntes i_1 e i_2.

03. (UNICAMP) Em 2011 comemoram-se os 100 anos da descoberta da supercondutividade. Fios supercondutores, que têm resistência elétrica nula, são empregados na construção de bobinas para obtenção de campos magnéticos intensos. Esses campos dependem das características da bobina e da corrente que circula por ela.

a) O módulo do campo magnético B no interior de uma bobina pode ser calculado pela expressão $B = \mu_0 ni$, na qual i e a corrente que circula na bobina, n e o número de espiras por unidade de comprimento e $\mu_0 = 1{,}3 \times 10^{-6} \frac{Tm}{A}$. Calcule B no interior de uma bobina de 25000 espiras, com comprimento L = 0,65 m, pela qual circula uma corrente i = 80 A.

b) Os supercondutores também apresentam potencial de aplicação em levitação magnética. Considere um ímã de massa m = 200 g em repouso sobre um material que se torna supercondutor para temperaturas menores que uma dada temperatura crítica T_c. Quando o material é resfriado até uma temperatura $T < T_c$, surge sobre o ímã uma força magnética $\vec{F}_m$. Suponha que $\vec{F}_m$ tem a mesma direção e sentido oposto ao da força peso $\vec{P}$ do ímã, e que, inicialmente, o ima sobe com aceleração constante de módulo a_R = 0,5 m/s², por uma distância d = 2,0 mm , como ilustrado na figura abaixo. Calcule o trabalho realizado por $\vec{F}_m$ ao longo do deslocamento do ímã.



04. (UDESC) A tabela a seguir apresenta algumas propriedades dos fios de cobre comumente utilizados em circuitos e instalações elétricas.

Calibre	Diâmetro a 20°C (mm)	Área (mm²)
4	5,2	21,2
8	3,3	8,5
12	2,1	3,5
16	1,3	1,3
20	0,8	0,5

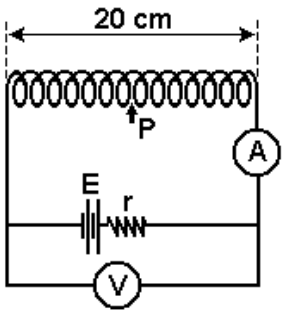
Considerando que a resistividade do cobre a 20°C é igual a 1,7 x 10^{-8} Ωm, e as informações fornecidas na tabela acima, resolva as questões a seguir:

a) Calcule a resistência por unidade de comprimento de um fio de cobre de calibre 12.

b) Para a montagem de um circuito elétrico são necessários 10 m de fio de cobre. A resistência máxima oferecida pelo fio não poderá ser maior do que 2,0 x 10^{-2} Ω para o bom funcionamento do circuito. Determine qual o diâmetro mínimo de fio que pode ser utilizado para a montagem do circuito e identifique qual o calibre do fio.

c) Determine o campo magnético a 10 cm de um fio (longo e reto) de cobre de calibre 20, quando nele estiver passando uma corrente elétrica contínua igual a 2,0 A.

05. (UNIFESP) A figura representa uma bateria, de força eletromotriz E e resistência interna r = 5,0 Ω, ligada a um solenoide de 200 espiras. Sabe-se que o amperímetro marca 200 mA e o voltímetro marca 8,0 V, ambos supostos ideais.



a) Qual o valor da força eletromotriz da bateria?

b) Qual a intensidade do campo magnético gerado no ponto P, localizado no meio do interior vazio do solenoide?

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

B = μ_0 (N/L) i (módulo do campo magnético no interior de um solenoide)

GABARITO

▶ EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. A	05. E	09. B	13. E	17. B
02. D	06. D	10. C	14. D	18. D
03. B	07. D	11. A	15. B	19. E
04. B	08. A	12. D	16. C	20. C

★ EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. $2 \cdot 10^{-4}$ T
02. $B_c = 5{,}6 \times 10^{-6}$ T/ $B_p = 1 \times 10^{-5}$ T
03. a) 4,0 T
b) 4,2 x 10^{-3} J
04. a) 4,86 x 10^{-3} Ω/m
b) 3,29 mm e Calibre 12
c) $4 \cdot 10^{-6}$ T
05. a) 9,0 V
b) $8{,}0\pi \cdot 10^{-5}$ T

ANOTAÇÕES