

Orientações Gerais

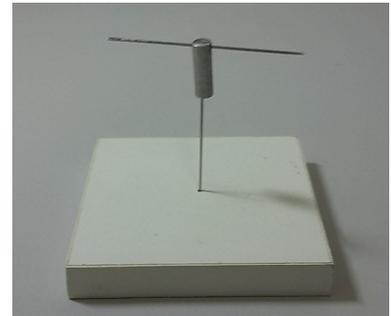
Nesses experimentos serão usadas as bússolas montadas com agulhas comuns, a fonte de tensão da experimentoteca com o cabo para ligação na saída de 12 V e a base para o motor elétrico.

Bússola

A bússola será utilizada em todos os experimentos como um instrumento de identificação do campo magnético.

A agulha será imantada por atrito com um ímã permanente de ferrite. É importante seguir o procedimento do roteiro, identificando uma das faces maiores do ímã e realizando os movimentos do centro para a ponta da agulha da forma indicada. Se esse procedimento não for seguido rigorosamente a imantação será fraca ou mesmo não ocorrerá.

Em todos os experimentos nos quais se utiliza a montagem da bússola, deve-se certificar de que não haja materiais ferromagnéticos ou correntes elétricas próximos às agulhas. Estes campos locais são facilmente mais intensos que o campo magnético terrestre e a agulha não apontará na direção do campo magnético da Terra no local.



Fonte de tensão

Os experimentos 3 e 4 usarão a fonte de tensão e a base para o motor elétrico.

A fonte possui uma saída ligada diretamente à sua bateria de 12 V e protegida apenas por um fusível. **Se ela for colocada em curto, o fusível se rompe e a fonte deixa de funcionar.** Oriente os alunos sobre isso antes de cada atividade para que liguem primeiro os cabos banana na base do motor e depois o conector ??? na fonte.

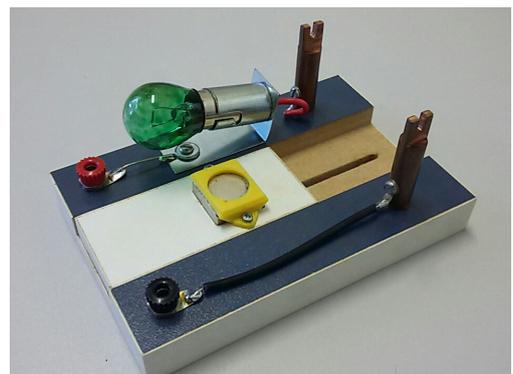


Base para o motor elétrico

A base contém dois conectores para pinos banana, uma lâmpada, dois suportes de cobre e um ímã de terra-rara.

Os pinos banana do cabo que liga a base à fonte de tensão devem ser encaixados na base *antes* que a outra extremidade seja ligada à fonte. Isso diminui o risco curto. É importante considerar que a saída de 12 V não possui nenhum tipo de limitação de corrente, sendo protegida por um fusível que se romperá se a corrente for excessiva. Em caso de curto entre os terminais, esse fusível se rompe imediatamente e a fonte deixa de funcionar.

Usamos a lâmpada da base do motor como limitador da corrente para os experimentos. Avise seus alunos



sobre a importância da lâmpada no experimento e para tomarem cuidado porque ela se aquece bastante e pode provocar queimaduras. Para reduzir a chance de um curto, só permita que a fonte seja ligada quando os terminais estiverem conectados à base do motor.

Os suportes de cobre sustentam o pêndulo eletromagnético (que é apenas um arame de solda prata devidamente dobrado) e a bobina do motor.

O imã de terra rara está sobre uma base móvel e pode ser colocado sob o pêndulo ou bobina ou afastado. Desse modo, é possível controlar a ação do campo magnético nos experimentos. Nos experimentos com a bússola é necessário manter esse imã, e as demais fontes de campo magnético, o mais afastados possível, para minimizar seu efeito sobre o resultado dos experimentos.

1 – A bússola

A agulha imantada será usada também nas demais atividades, por isso é interessante que sua montagem seja realizada com bastante cuidado.

Um objetivo desse experimento é levar o aluno a compreender a definição de polos magnéticos e sua relação com os polos geográficos. A definição mais comum e que adotaremos é a seguinte: o polo norte de um imã é atraído para a direção do polo norte geográfico. Isso quer dizer que o polo norte geográfico está próximo do polo sul magnético da Terra. Entretanto, alguns autores definem da forma contrária. Isso, porém, é apenas uma definição e não muda a física dos fenômenos. Mas é importante que, escolhida uma definição ela seja mantida em todo o desenvolvimento subsequente da teoria.

Além disso, mais dois fatores devem ser levados em conta. Primeiro, os polos magnéticos não coincidem exatamente com os polos geográficos. Em segundo lugar, perto da superfície as linhas de campo não tem uma forma simples como seria de se esperar de um imã gigantesco em forma de barra. Assim, não há, normalmente uma coincidência exata entre a direção apontada pela bússola e a direção norte-sul e o campo magnético não é, necessariamente, horizontal.

Outro objetivo desse experimento é disponibilizar um instrumento para a identificação da orientação de campos magnéticos. Nos demais experimentos este instrumento será utilizado diversas vezes.

2 – Interação entre imãs

Para a realização desse experimento é necessário que o aluno tenha feito pelo menos a primeira parte do experimento anterior, ou seja, a imantação da agulha e a montagem da bússola. O experimento é muito simples e pode ser modificado de acordo com os interesses do professor ou de acordo com a curiosidade dos alunos.

3 – O campo magnético de uma corrente elétrica

Nesta atividade será usada a fonte de tensão da experimentoteca e a base para o motor.

Neste experimento procura-se identificar a direção do campo magnético produzido por uma corrente elétrica. A presença do imã na base do motor pode modificar a posição de equilíbrio da agulha com relação ao campo magnético da Terra. Mas isso não deve atrapalhar os resultados desde a ação desse imã seja pequena, o que podemos conseguir afastando a agulha o máximo possível.

As garras jacaré são feitas de material ferromagnético e também devem ser mantidas afastadas.

Depois que os alunos se convencerem que a corrente elétrica gera um campo magnético, será necessário alguma paciência e imaginação para propor a forma das linhas de força.

4 – Força magnética em condutores

Esse experimento é complementar ao anterior e propõe a "regra do tapa" para a determinação da direção e sentido da força experimentada por uma carga em movimento em um campo magnético.

As implicações práticas são enormes e de muita importância.

É bastante interessante que os alunos tentem usar a "regra do tapa" para prever os resultados dos experimentos antes de realizá-los. Se não for possível, devem verificar sua validade após as observações.

No experimento com o pêndulo é bastante importante que os contatos entre o pêndulo e os suportes de cobre interfiram o mínimo possível na corrente. com o pêndulo parado antes de aproximar o imã, a lâmpada deve permanecer acesa e com luminosidade estável. Se isso não ocorrer os contatos podem ser melhorados passando-se uma esponja de aço na parte do pêndulo que entra em contato com os suportes.

Quando o imã for aproximado e a corrente ligada o pêndulo pode entrar em oscilação com a lâmpada indicando grandes variações na corrente, isso é normal uma vez que os contatos não são perfeitos. Pode-se amortecer as oscilações com o dedo de modo a atingir um ponto de equilíbrio estável.

Objetivos

- Compreender o funcionamento de uma bússola.
- Determinar os pontos cardeais.
- Compreender a definição de pólos magnéticos Norte e Sul de um ímã.

Introdução

Você já deve ter ouvido falar que para determinar os pontos cardeais basta apontar o braço direito para onde o Sol nasce, e o esquerdo para onde ele se põe. Nessa situação, o Norte estará à sua frente, o Sul as suas costas, o Leste a sua direita e o Oeste à sua esquerda. Em geral, esse critério pode ser usado em qualquer ponto da Terra, exceto nos pólos, pois aí, o Sol não nasce nem se põe.

Uma outra maneira, mais direta, de determinar os pontos cardeais é utilizando uma bússola. Neste experimento você irá fazer e utilizar uma bússola muito simples.

Material

- Duas agulhas comuns
- Dois suportes
- Duas agulhas com encaixe alumínio.
- Ímã de ferrite.

Procedimento

- Se ainda não houver, marque com um lápis ou com caneta de ponta de nylon, uma das faces maiores do ímã de ferrite.
- Segure uma agulha com encaixe de alumínio pelo centro e esfregue várias vezes a face marcada do ímã, sempre do centro para a ponta da agulha. Depois, repita o procedimento para o outro lado da agulha, utilizando a outra face do ímã. Esse procedimento deve imantar a agulha. Repita o procedimento para imantar a outra agulha com encaixe.

Encaixe as agulhas comuns nos orifícios dos suportes com as

- pontas para cima. Em cada um coloque uma agulha imantada sobre a agulha comum, utilizando o encaixe de alumínio.



- Certificando-se de que não haja materiais ferromagnéticos próximos das agulhas, observe se elas “teimam” em apontar para a mesma direção. Se isso não ocorrer repita a imantação. As duas agulhas também devem estar afastadas uma da outra, pelo menos 30cm. O ímã de ferrite também deve estar afastado.
- Aproxime as duas agulhas imantadas. O que acontece?
- Aproxime um ímã da agulha, e observe o que ocorre. Inverta a polaridade do ímã e repita a experiência.

Questões

1. Note que a ponta da agulha imantada pode estar apontando tanto para o Norte como para o Sul geográfico, pois isso depende de como foi feita a imantação. Discuta com seus colegas e com o professor, de que lado da classe o Sol nasce, e de que lado ele se põe, e com essa informação, *determine os pontos cardeais, e compare-os com a direção da agulha.*
2. Agora, *determine os polos magnéticos* Norte e Sul da sua “bússola”, através da seguinte definição: “a extremidade da agulha que aponta para o pólo Norte geográfico é o polo Norte magnético da bússola”.
3. Aproximando um ímã da bússola descubra qual o pólo Norte e qual o pólo Sul do ímã. Com lápis ou caneta, faça uma letra “N” na superfície do ímã, para designar o pólo Norte, e “S” para o Sul.
4. *Repita o procedimento* anterior para os outros ímãs de que você dispuser.



Objetivos

Identificar a interação entre ímãs, e a interação entre ímãs e metais.

Pré-requisito

Ter feito a primeira parte do Experimento I (A Bússola): imantação da agulha da bússola e montagem da bússola.

Introdução

A palavra “magnetismo” tem origem na Grécia, pois foi na cidade grega chamada Magnésia que se descobriu uma certa “pedra” que tinha o poder de atrair objetos de ferro. Essa pedra, mais tarde denominada “magnetita”, é um ímã natural constituído de óxido de ferro. A palavra “ímã” surgiu do termo francês “aimant”, que significa amante, exatamente pelo poder de atração que o ímã possui. Observou-se que um pedaço de ferro colocado perto de ou em contato com um ímã natural, adquiria as mesmas propriedades de atração do ímã. Assim, tornou-se possível obter ímãs artificiais.

Embora os ímãs possuam propriedades de atração e repulsão, semelhantes às das cargas elétricas, existe uma diferença fundamental entre o magnetismo e a eletricidade: cargas elétricas, positivas ou negativas, podem ser obtidas pelo processo simples de atrito entre dois materiais diferentes, mas jamais foram encontrados ou produzidos pólos magnéticos isolados. Isso significa que a divisão de um ímã sempre dá origem a outros ímãs.

Material

- Uma agulha comum.
- Um suporte para agulha.
- Uma agulha em suporte de alumínio.
- Dois ímãs de ferrite.
- Um núcleo de ferro (pequeno cilindro).
- Um pêndulo eletromagnético.
- Cabo com garras jacaré.
- Um vidrinho com limalha de ferro.
- Uma placa de vidro.

Procedimento

- Como no experimento I, imante a agulha com suporte de alumínio e monte uma bússola, determinando os polos norte e sul da agulha.
- Usando a agulha imantada, determine os polos dos ímãs anotando com lápis ou caneta de ponta de nylon.
- Aproxime os dois ímãs de várias maneiras e observe a interação entre eles.

- Coloque o vidrinho com limalha de ferro entre dois ímãs, alterando as posições dos ímãs de várias maneiras, e observe a configuração da limalha de ferro.
- Aproxime um ímã de um núcleo de ferro (pequeno cilindro), de várias maneiras, e observe o que acontece.
- Aproxime o ímã de outros objetos: do pêndulo eletromagnético, do fio elétrico (aproxime primeiramente da garra “jacaré” e depois, do fio de cobre). Use também objetos de variados como lápis, borracha, moedas, etc.
- Repita o procedimento anterior colocando a placa de vidro entre o ímã e o objeto.

Questões

1. Quais materiais são atraídos pelo ímã? Esse resultado muda quando se introduz a placa de vidro entre o ímã e o material?
2. Qual a diferença entre a interação entre dois ímãs e a interação entre um ímã e um núcleo de ferro?
3. Sabendo que o pólo Norte de uma bússola aponta para o Norte geográfico, complete a frase e justifique a resposta: o pólo Norte geográfico é o pólo(Norte/Sul) magnético da Terra, e o pólo Sul geográfico é o pólo (Norte/Sul) magnético da Terra. Justifique.

Objetivos

- Observar a interação entre uma corrente elétrica e uma bússola.
- Mapear o campo magnético gerado por um fio que conduz corrente elétrica

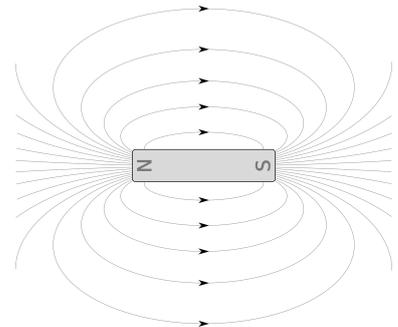
Introdução

Podemos representar o campo magnético por linhas que em cada ponto é paralela à direção tomada por uma agulha magnética colocada nesse ponto. O vetor campo magnético é tangente a essas "linhas de campo". Cada linha sai de um polo e vai até o outro e nenhuma linha pode se cruzar com outra (por quê?).

Por cada ponto passa uma linha, assim é possível desenhar um número infinito de linhas. Para mapear um campo magnético particular, escolhamos um conjunto arbitrário dessas linhas. Elas nos dão uma boa ideia de como é esse campo. Além da direção do campo, as linhas nos dão uma ideia de como varia sua intensidade. Nas regiões onde o campo é mais intenso elas se aproximam e se afastam nas regiões onde a intensidade é menor.

É importante ter em mente que o campo magnético é tridimensional. Nas figuras temos apenas uma representação das linhas de campo em um plano, mas as linhas se distribuem em todo o espaço em torno do ímã.

Neste experimento vamos observar que uma corrente elétrica cria um campo magnético e vamos, usando uma agulha magnética, entender como é a forma desse campo.



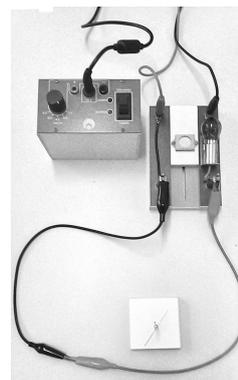
Material

- Uma agulha comum.
- Uma agulha em suporte de alumínio.
- Um suporte para agulha magnética
- Fonte de tensão com cabo para ligação de 12 V.
- Uma base para motor elétrico com lâmpada (sem a bobina).
- Dois cabos elétricos com garras jacaré.

Procedimento

- Magnetize a agulha com suporte de alumínio e monte uma bússola. (veja procedimento do Experimento I: A Bússola).

- Com a fonte de tensão desligada, conecte o cabo no terminal de 12 V e nos terminais do motor. Usando as garras jacaré, una os cabos elétricos em série e ligue o conjunto ao suporte da bobina. A lâmpada deverá acender quando a fonte for ligada. Mas deixe-a desligada, por enquanto. A bússola deverá ficar o mais afastada possível do ímã do motor. A figura mostra a montagem com a agulha magnetizada posicionada antes de iniciar o procedimento. Nos procedimentos a seguir procure usar uma região do cabo afastada do ímã do motor, das garras jacaré e de outras porções do cabo.



- Ligue a fonte e segure o cabo elétrico horizontalmente logo acima da agulha magnetizada; procurando mantê-lo paralelo à agulha.
- Repita o item anterior, posicionando o cabo logo abaixo da agulha.
- Repita novamente, agora com o fio na posição vertical. Ligue a corrente elétrica e observe a orientação da bússola.
- Agora, inverta o sentido da corrente elétrica e repita a experiência tanto para o fio na vertical quanto na horizontal.
- Finalmente, enrole o fio a partir da junção entre os dois cabos, como indicado na Figura 3.4, e aproxime-o da bússola, tanto na posição vertical como na horizontal, e observe o que ocorre.

Questões

1. Você consegue fazer a agulha ficar paralela ao fio quando a corrente passa por ele? O que pode-se concluir disso?
2. O que acontece com a bússola quando os fios estão enrolados um no outro (Figura 3.4)? Por quê?
3. O sentido do campo magnético depende do sentido da corrente? Como?
4. A fim de explicar como é o campo magnético gerado por uma corrente elétrica, faça um esboço mostrando o fio condutor, o sentido da corrente elétrica, as linhas de campo magnético, especificando o sentido (lembre-se de que o vetor campo magnético é tangente às linhas de campo - reveja a Introdução).
5. Pense numa maneira de memorizar a relação entre o sentido da corrente e o sentido campo formado. Em outras palavras, invente uma regra de memorização, e descreva essa regra. Você pode usar seu próprio corpo, por exemplo.

Objetivos

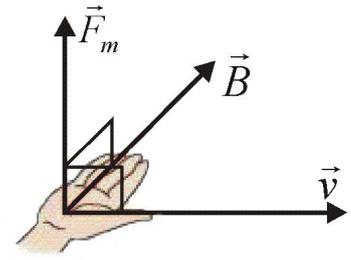
Identificar a força de um campo magnético sobre um fio conduzindo corrente elétrica.

Introdução

No experimento anterior (O Campo Magnético de uma Corrente Elétrica) vimos que uma corrente elétrica gera um campo magnético em torno de si. Se uma corrente elétrica gera um campo magnético resultando em uma força sobre a agulha da bússola, que é um pequeno ímã, é de se esperar que um ímã também exerça uma força sobre as cargas em movimento (“lei da ação e reação”), e conseqüentemente, sobre o fio condutor.

De fato, uma carga positiva q com velocidade \vec{v} através de um campo magnético \vec{B} sofrerá a ação de uma força magnética \vec{F}_m , cuja direção e cujo sentido estão representados na figura.

Existem várias regras para memorizar as direções e sentidos dos vetores. A regra que apresentaremos aqui se chama “regra do tapa”. Usando a mão direita espalmada, oriente o dedão no sentido da velocidade da carga e os outros dedos no sentido do campo magnético. A força será perpendicular à palma da mão, para cima se a carga for positiva e para baixo se a carga for negativa.



O sentido convencional da corrente elétrica é o das cargas positivas em movimento. A direção da velocidade das cargas (\vec{v}) é a mesma da corrente (i). Logo a força sobre um condutor percorrido por uma corrente na presença de um campo magnético segue a mesma regra, substituindo o sentido da velocidade da partícula positiva pelo sentido da corrente elétrica.

Nesta atividade primeiro testaremos a “regra do tapa” utilizando um pêndulo eletromagnético e depois veremos uma aplicação prática no funcionamento de um motor elétrico. Antes de cada experimento você deve procurar prever o que vai acontecer.

Material

- Fonte de tensão e conector para 12 V
- Base para motor elétrico com lâmpada e ímã.
- Arame em forma de “U”
- Bobina para o motor elétrico

Hipóteses

Pêndulo De posse dos conhecimentos obtidos na introdução (regra do tapa) e tendo identificado os pólos de um ímã no experimento 1, faça um esboço (desenho) do pêndulo magnético conforme a figura 4.3 indicando a polaridade do ímã (norte/sul) e da pilha (+/-), o sentido da corrente (i) e a força magnética (F_m). Preveja o que ocorrerá com o pêndulo quando ligarmos o sistema. (Ele se movimentará? Para que lado?).

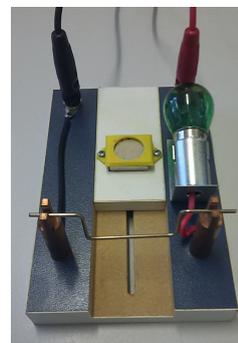
Bobina Faça a mesma hipótese proposta para o pêndulo, trocando no seu esboço, o pêndulo pela bobina.

Procedimento

Pêndulo eletromagnético

- Usando uma bússola, determine a polaridade do ímã da base do motor.
- Conecte a fonte de tensão à base do motor. Mantenha a fonte desligada!
- Usando a "regra do tapa" determine para que lado o pêndulo vai se mover quando a corrente for ligada e o ímã estiver embaixo dele.
- Afaste o ímã permanente e encaixe o pêndulo eletromagnético ("U" de arame) sobre as duas hastes de metal.

Nesse momento é importante testar o contato elétrico entre o pêndulo e as hastes de metal. Para isso, ligue a fonte e observe o brilho da lâmpada. Se ela se acender e o brilho for estável, tudo bem, senão retire o pêndulo e limpe a parte que entra em contato com as hastes com palha de aço. Todo esse procedimento deve ser feito com o ímã afastado.



- Desligue a fonte e desloque o ímã para baixo do pêndulo.
- Ligue a fonte e observe o movimento do pêndulo. Desligue e ligue a fonte e observando o movimento do pêndulo.
- Inverta o sentido da corrente elétrica (sabe como?) e observe novamente o movimento do pêndulo.

Bobina – Motor elétrico

- Desligue a fonte e substitua o pêndulo pela bobina.
- Antes de ligar a fonte, novamente usando a "regra do tapa", tente imaginar o que vai acontecer quando a fonte for ligada.
- Ligue a corrente elétrica e observe. Observe também o brilho da lâmpada.
- Desligue a fonte, inverta o sentido da corrente elétrica, ligue e observe o movimento da bobina.

Questões

1. A sua hipótese foi confirmada: o pêndulo se movimentou? Para que lado?
2. Invertendo a corrente elétrica como foi o movimento do pêndulo?
3. O que aconteceria se invertêssemos a polaridade do ímã?
4. Responda as questões anteriores quando é utilizada a bobina.
5. As extremidades da bobina não podem ser totalmente desencapadas, ou seja, elas precisam ter uma parte coberta com o verniz isolante, que impede a passagem da corrente quando a bobina está com um lado voltado para baixo. Você consegue entender por quê? O que aconteceria com o movimento da bobina se as suas extremidades fossem completamente desencapadas de modo que a corrente passasse em qualquer posição?