

BLOCO V - O CAMPO ELETROMAGNÉTICO E A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Recurso de Ensino 1

EXPERIÊNCIA DE ÖERSTED

Materiais

- 1 bússola
- fio fino
- 1 pilha



Procedimentos



- 1 - Ligue as extremidades do fio aos pólos da pilha, com os dedos ou fita adesiva, para obter uma corrente elétrica que passe através do fio.
- 2 - Aproxime o fio paralelo a agulha da bússola. Repita o movimento.
- 3 - Troque os pólos da pilha. E repita as posições da bússola.
- 4 - Foi observaram algum tipo de movimento na agulha da bússola?
- 5 - O que provocou esse movimento?

Recurso de Ensino 2

INTERAÇÃO ENTRE ELETRICIDADE E MAGNETISMO

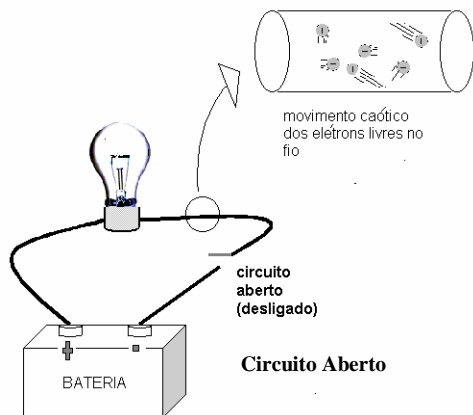
As propriedades elétricas e magnéticas da matéria eram conhecidas há muito tempo. Na antiga Grécia, já se sabia que algumas substâncias, como o âmbar, quando atritadas tinham o poder de atrair pequenos objetos, como a palha de trigo. Também era conhecida a propriedade de algumas "pedras" de atrair metais. Por serem abundantes na região de Magnésia, tais pedras eram chamadas de "magnetitas" e deram origem ao termo moderno *magnetismo*. Da mesma forma, o nome *eletricidade* é uma variação da palavra âmbar em grego.

A continuação do estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos ao longo dos séculos permitiu aos cientistas entender um pouco mais seu funcionamento: em ambos havia atração e repulsão; na eletricidade passou-se a definir dois tipos de cargas, *positivas* e *negativas* e no magnetismo dois pólos, *norte* e *sul*. As semelhanças entre as características da eletricidade e do magnetismo levaram os cientistas a buscar uma relação entre ambos. No entanto, um corpo eletrizado não interage com uma bússola, nem um ímã é capaz de atrair a palha de trigo. Dessa forma, se por um lado eletricidade e magnetismo se assemelhavam, por outro lado essa semelhança era apenas na forma, pois não se conseguia que objetos eletrizados e magnetizados interagissem.

Porém ao se explorar os fenômenos elétricos devemos considerar os processos dinâmicos, quando a carga em movimento forma uma corrente elétrica, e não exclusivamente os estáticos – cargas elétricas paradas - como fizemos até aqui.

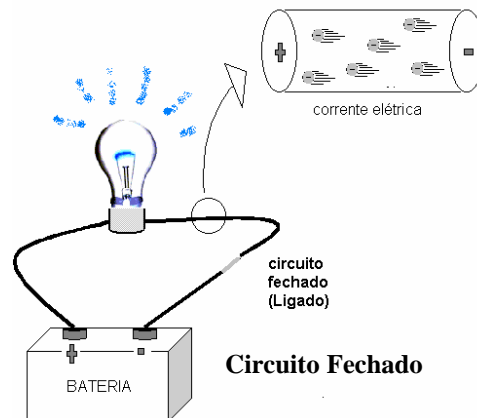
Na estrutura atômica de um metal, existem elétrons que estão mais afastados do núcleo de um átomo e, por isso, encontram-se fracamente ligados com este núcleo. Eles são os chamados elétrons livres, pois podem deslocar-se facilmente pela estrutura do metal. Conseqüentemente, estes elétrons levam consigo suas características, a carga e a massa e, por isso, são portadores de carga. Outra forma de transportar carga é através dos íons, que são "pedaços" de um determinado material com desequilíbrio no número de elétrons e prótons, ou seja, os íons podem possuir um número maior de elétrons (ganharam elétrons) ou um número maior de prótons (perderam elétrons) e dessa forma também são portadores de carga.

Sabemos que a energia necessária para que os elétrons se movimentem é levada até eles pelo campo elétrico e essa informação é transmitida quase que instantaneamente. Nos materiais existem milhões de elétrons e ou íons que apresentam movimentação em diversas direções.



Circuito Aberto

Porém se estabelecermos uma diferença de energia entre duas regiões (o que pode ser feito, através de uma pilha, bateria, etc) esses portadores de carga passam a se orientar quase que totalmente em uma única direção e temos dessa forma uma corrente elétrica.



Circuito Fechado

A partir do século XIX, a busca da relação entre fenômenos elétricos e magnéticos tornou-se programa de pesquisa para muitos cientistas, que montaram experimentos com esse objetivo. Entre esses cientistas destacam-se Ampère, Öersted e Faraday.

A seguir e no próximo texto você saberá um pouco do trabalho desses cientistas, em particular dos dois últimos.

Experiência de Öersted:

Em 1820, o professor da universidade de Copenhagem (Dinamarca) Hans Christian Öersted (1777-1851), realizou uma experiência que mudou a idéia da independência entre a eletricidade e o magnetismo.

Vejam os o que aconteceu na experiência de Öersted:



Fio sem corrente

Estava a bússola em cima da mesa, com sua agulha imantada apontando em uma determinada direção (aproximadamente Norte-Sul), isto é, a agulha da bússola estava alinhada com as linhas do campo magnético da Terra.

Öersted ligou uma bateria a um fio condutor que estava sobre a bússola, paralelo à agulha. A passagem da corrente pelo fio fez a agulha da bússola se mover. Isto só poderia ser explicado porque na região onde antes existia somente campo gravitacional e magnético terrestre apareceu agora um outro campo magnético, provocado agora pelo movimento das cargas no fio.

Quando a bateria foi desligada e o campo magnético em torno do fio deixou de existir, a agulha voltou a se orientar de acordo com o campo magnético terrestre.

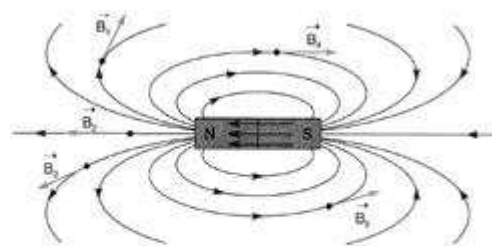
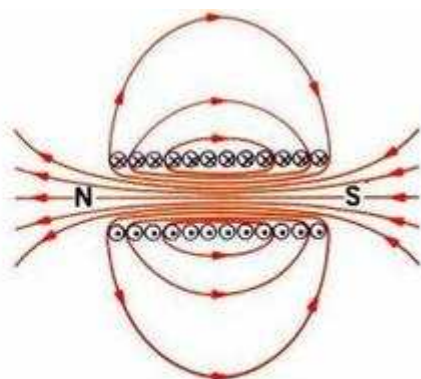


Fio com corrente

Se em vez de usarmos um fio reto enrolarmos o fio em torno de um tubo cilíndrico, teremos uma **bobina** ou solenóide. Neste caso, o campo de cada trecho do fio condutor vai se superpor aos dos outros trechos, intensificando o campo em algumas regiões e anulando-o em outras. O campo resultante será semelhante ao de um ímã em barra. Se for colocado um pedaço de ferro doce, ferro praticamente puro, no interior do cilindro, observaremos um aumento significativo do campo.



Campo Magnético de uma bobina



Campo Magnético de um ímã

QUESTÃO

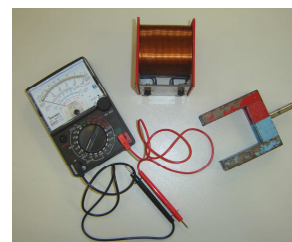
1 - Dois grupos de alunos, A e B, reproduziram a experiência de Öersted colocando uma bússola junto a um fio, por onde passava uma corrente elétrica. Apenas o grupo A afirmou que existia um campo magnético, que alterou a direção da agulha da bússola. Porque o grupo B não conseguiu detectar a presença do campo magnético se realizou a experiência utilizando a mesma corrente elétrica que o grupo A?

Recurso de Ensino 3

EXPERIÊNCIA DE FARADAY

Materiais

- 1 galvanômetro ou multímetro
- fio de cobre
- 1 imã potente, como os de caixa de som, por exemplo.
- Lixa



Procedimentos

- 1 - Faça uma espiral (bobina), de 300 voltas com o fio. Você pode usar um suporte cilíndrico como molde para fazer a espiral
- 2 - Lixe as pontas da bobina e conecte-as no galvanômetro ou multímetro.
- 3 - Caso use o multímetro selecione a função Amperímetro (A) e o menor fundo de escala para corrente ou então a função Voltagem (V) e o menor fundo de escala para voltagem com corrente alternada.
- 4 - Observe se há indicação de passagem de corrente elétrica.
- 5 - Retire e coloque o imã dentro da espiral, repetindo o movimento várias vezes. Também pare o imã dentro e fora da bobina.
- 6 - O imã provocou alguma alteração na leitura do galvanômetro ou multímetro?
- 7 - Explique porque essa alteração?

Recurso de Ensino 4

INDUÇÃO ELETROSTÁTICA

O fenômeno da indução eletromagnética foi descoberto “simultaneamente” por Faraday e por Henry, e é sem dúvida um dos fatos que mais impacto teve na história recente da humanidade, porque está na origem de quase todas as aplicações tecnológicas da eletricidade. Na verdade é devido à existência desse fenômeno que podemos ter a energia elétrica, sem a qual a nossa vida hoje em pouco se diferenciaria da vida no século XVIII.

Em 1822 o cientista inglês Michael Faraday (1791-1867) já tinha pensado na possibilidade de converter magnetismo em eletricidade, pois o efeito contrário o cientista dinamarquês Öersted, dois anos antes já tinha demonstrado. Após varias tentativas, Faraday conseguiu seu objetivo no ano de 1831 quando produziu corrente elétrica a partir do movimento de um eletroímã dentro de um solenóide (bobina).

No texto abaixo¹, parte do original de Faraday, é descrito seu trabalho.

Correntes induzidas:

1. *O poder que a tensão elétrica possui de causar um estado elétrico oposto em sua vizinhança foi expresso pelo termo geral Indução; que, como foi recebido na linguagem científica, pode também com propriedade, ser usado no mesmo sentido geral para expressar a capacidade que correntes elétricas possuem de induzir qualquer estado particular na matéria em sua vizinhança imediata, de outro modo indiferente. É com esse significado que eu me proponho a usar no presente artigo.*

¹ extrato do artigo de Philosophical Transactions, de 1832; encontrado também no Experimental Researches, vol. I, p.1.

2. *Certos efeitos da indução de correntes elétricas já foram reconhecidos e descritos: como os da magnetização; os experimentos de Ampère de trazer um disco de cobre próximo a uma espira plana; sua repetição com eletromagnetos dos experimentos extraordinários de Arago, e talvez alguns outros. Pareceu ainda improvável que estes pudessem ser todos os efeitos que a indução através de correntes poderiam produzir; particularmente como, ao dispensar o ferro, desaparece quase a totalidade deles, mas ainda uma infinidade de corpos, exibindo fenômenos definidos como indução com eletricidade de tensão, ainda permanecem sendo influenciados pela indução de eletricidade em movimento.*
3. ...
4. *Essas considerações, com suas conseqüências, a esperança de obter eletricidade do magnetismo ordinário, estimularam-me em diversas épocas a investigar experimentalmente o efeito indutivo das correntes elétricas. Cheguei ultimamente a resultados positivos; e não apenas tive minhas esperanças realizadas, mas obtive uma chave que me pareceu abrir uma explicação completa do fenômeno magnético de Arago, e também descobrir um novo estado, que provavelmente deve ter uma grande influência em alguns dos mais importantes efeitos das correntes elétricas.*
5. *São esses resultados que pretendo descrever, não como foram obtidos, mas de tal maneira que dê uma visão mais concisa do todo.*
6. *Indução de correntes elétricas.*
7. *Cerca de 26 pés de fio de cobre de um vigésimo de polegada de diâmetro foram enrolados em volta de um cilindro de madeira como uma bobina, e as diferentes espiras foram impedidas de se tocar por um fino barbante interposto entre elas. Esta bobina foi coberta com morim*, e então um segundo fio aplicado da mesma maneira. Desse modo, doze bobinas foram superpostas, cada uma contendo um comprimento médio de fio de 27 pés, e todas na mesma direção. A 1ª, 3ª, 5ª, 7ª, 9ª e 11ª dessas bobinas eram conectadas em suas extremidades, final com final, de modo a formar uma única bobina; as outras foram conectadas de modo semelhante; e assim duas bobinas principais foram produzidas, proximamente interpostas, tendo a mesma direção, não se tocando em nenhum ponto, e cada uma contendo 155 pés de comprimento de fio.*
8. *Uma dessas bobinas foi conectada a um galvanômetro**, e a outra com uma bateria voltaica de dez pares de placas de quatro polegadas quadradas, com cobre duplo e bem carregadas; ainda não podia ser observada sensivelmente a mais leve deflexão da agulha do galvanômetro.*
9. *Construiu-se uma bobina composta similar, consistindo de seis comprimentos de cobre e seis de fio de ferro flexível. A bobina resultante de ferro continha 214 pés de fio, e a bobina de cobre 208 pés; mas quando a corrente passou pela bobina de cobre ou pela de ferro, nenhum efeito pôde ser percebido no galvanômetro.*
10. *Nesse e muitos outros experimentos semelhantes nenhuma diferença na ação de qualquer tipo apareceu entre ferro e outros metais.*
11. *Fio de cobre de 213 pés de comprimento foram enrolados em um grande bloco de madeira; outros 213 pés de fio semelhante foram interpostos como uma espiral entre as voltas do primeiro rolo, e impedido o contato metálico entre os dois. Uma dessas bobinas foi conectada com um galvanômetro, e a outra com uma bateria de uma centena de pares de placas de quatro polegadas quadradas, com cobre duplo, e bem carregada. Quando o contato foi feito, houve um repentino e muito leve efeito no galvanômetro, e houve também um leve efeito semelhante quando o contato com a bateria foi desfeito. Mas ainda que a corrente voltaica continuasse atravessando a bobina, nenhum efeito galvanométrico, nem qualquer efeito como indução sobre a outra bobina pôde ser percebido, apesar de a força ativa da bateria demonstrasse ser formidável (grande), por seu aquecimento todo, e pelo brilho da descarga quando ocorre através do carvão.*
12. *A repetição do experimento com uma bateria de 120 pares de placas não produziu efeito diferente; mas foi averiguado em ambos, neste e no anterior, que a leve deflexão da agulha que aconteceu no momento de completar a conexão, foi sempre em uma direção, e que a igualmente leve deflexão produzida quando o contato foi desfeito, era na outra direção; e também, que esses efeitos aconteceram quando as primeiras bobinas foram usadas (6,8).*
13. *Os resultados que eu obtive nesse tempo com ímãs levou-me a acreditar que a corrente da bateria através de uma espira, na verdade, induz uma corrente semelhante através da outra espira, mas que continua por apenas um instante, e participa mais da natureza da onda elétrica atravessada a partir do choque de uma garrafa de Leyden comum que da corrente de uma bateria voltaica, e então poderia magnetizar uma agulha de aço, embora isto raramente afete o galvanômetro.*
14. *Esta expectativa foi confirmada: substituindo o galvanômetro por uma bobina oca pequena, enrolada num tubo circular de vidro e introduzindo nela uma agulha de aço, estabelecendo contato como antes entre a*

bateria e o fio indutor, e removendo a agulha então antes de desfazer o contato da bateria, a agulha tornou-se magnetizada.

15. Quando o contato de bateria foi restabelecido primeiro, e depois uma agulha não magnetizada introduzida na pequena bobina e posteriormente o contato com a bateria desfeito, a agulha magnetizou aparentemente em um grau igual ao anterior, mas os pólos eram do tipo contrário.
16. Os mesmos efeitos foram obtidos usando as grandes bobinas compostas descritas anteriormente.

*morim: tipo de tecido, usado até hoje.

** galvanômetro, espécie de medidor de corrente, com escala zerada no meio.

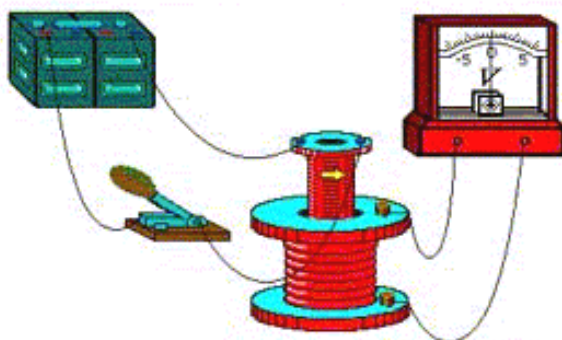
Resumindo: O Que Faraday Observou?

O aparecimento de corrente elétrica intermitente (não contínua) no fio, mesmo sem haver uma bateria no circuito. Ou seja, uma corrente induzida (provocada).

Façamos uma pausa para analisar a origem dessa corrente. Como sabemos, para haver corrente elétrica é preciso que o fio esteja num campo elétrico, para que haja o movimento das cargas. Dizemos que a corrente induzida foi provocada por um campo elétrico induzido.

O que provocou o campo elétrico? Foi a variação do campo magnético!

Que campo magnético? Aquele da bobina que estava ligada à bateria.



Ao ligar e desligar a bobina, Faraday fazia variar o campo magnético dentro da espira, aumentando e diminuindo naquela região do espaço, do mesmo modo que afastando e aproximando o ímã da bobina, como fizemos em sala de aula. (No tempo de Faraday, não havia ímãs potentes, pois só tinham ímãs naturais, ou eletroímãs, graças à experiência de Ørsted).

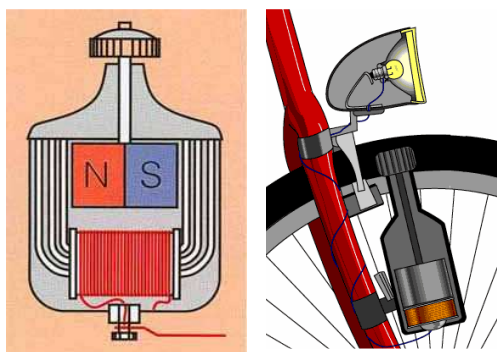
Se Faraday estivesse ligando a corrente ou aproximando o ímã, aparecia uma corrente no circuito. Quando a corrente não variava mais, ou o movimento da mão da pessoa que move o ímã cessava, a corrente também cessava. Se

Faraday desligasse a corrente ou afastasse o ímã, aparecia uma corrente com sentido contrário à anterior. Resultado: uma corrente elétrica fazendo movimento de vaivém dentro da espira, ou seja, uma corrente alternada!

Aplicações

Produção de Energia Elétrica:

Os processos de produção de energia elétrica, usados atualmente não são diferentes, em princípio, desse usado por Faraday. O método mais usado é a movimentação de uma espira no campo magnético de um ímã fixo, o que equivale exatamente à experiência descrita.

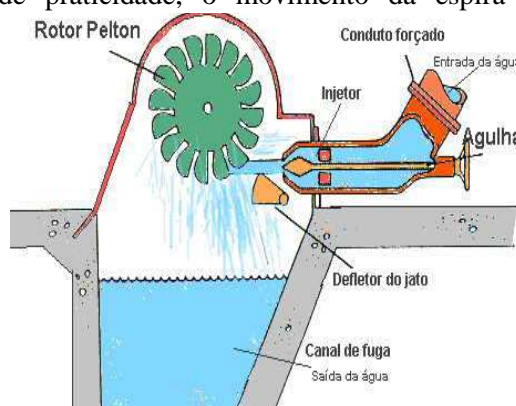


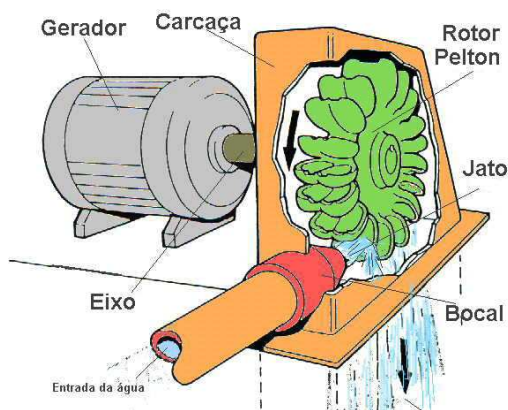
Dínamo

Por questões de praticidade, o movimento da espira é rotativo, gira em torno de um eixo, fazendo com que o campo magnético no interior da espira vá de um máximo até um mínimo como o obtido pelo Faraday.

Dependendo

do tipo da usina de produção de energia elétrica, a movimentação da espira é feita por turbinas (grandes pás giratórias), cujo movimento pode ser obtido pela queda da água de barragens (usinas





hidroelétricas), ou por jatos de vapor de água (usinas termoelétricas ou nucleares). Pode-se até mesmo transformar a energia eólica em energia elétrica usando-se moinhos de ventos com pás leves, que giram impulsionados pelas correntes de ventos movendo mecanicamente eixos que estão fixados a uma espira.

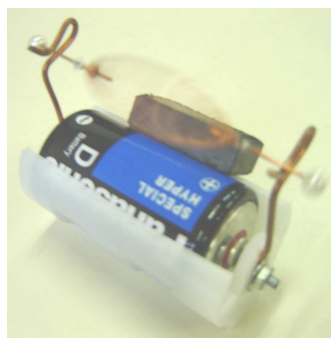
A idéia é sempre a mesma, fazendo-se variar o campo magnético em uma determinada região do espaço (a partir da movimentação de um ímã próximo a uma espira ou mantendo-se o ímã fixo e movendo a espira no campo magnético do ímã), aparecem correntes elétricas induzidas no fio da espira. Essas correntes induzidas são então aproveitadas para o funcionamento de aparelhos elétricos.

Motores Elétricos:

Voltando à experiência de Öersted, lembramos que naquele caso foi a existência de uma corrente elétrica que provocou a movimentação do ímã (agulha da bússola).

Haverá alguma utilização prática para esse ultimo processo, ou seja, uma corrente provocando a movimentação de um ímã? Certamente! É assim que funcionam os motores elétricos, desde o motor de um carro até o de um liquidificador. Todos os aparelhos elétricos (que convertem energia mecânica em elétrica) e têm partes móveis utilizam esse princípio.

Um ímã (ou eletroímã) fixo, e um eletroímã móvel. A corrente que percorre o eletroímã induz um campo magnético, e se a polaridade deste campo do eletroímã coincidir com a polaridade do campo do ímã fixo, de modo que se tenha, Norte do eletroímã em frente ao Norte do ímã fixo, haverá repulsão e o eletroímã móvel dará meia volta. Se uma parte do fio estiver isolada interrompendo a corrente, impedindo que haja a formação do pólo Sul no eletroímã evitando a atração, a bobina (eletroímã) continuará o giro por inércia, até que a corrente volte a circular e haja novamente a repulsão mantendo um regime de funcionamento.



QUESTÕES

- 1 - Pensando em tecnologia e desenvolvimento científico e social, qual a importância dos trabalhos de Oersted e Faraday?
- 2 – Supondo que os resultados obtidos por Oersted e Faraday não tivessem sido obtidos por ninguém até hoje, o que seria diferente na sua vida?
- 3 – Faraday conseguiu a indução de uma corrente através do movimento do eletroímã. O trabalho relatado tem algumas características. Assinale quais características você acha que o texto revela, e justifique sua resposta usando o texto:
 - a) inspiração
 - b) persistência
 - c) originalidade (pesquisava algo que ninguém conhecia ou fazia)
 - d) cuidado experimental
 - e) sorte

Recurso de Ensino 5

ROTEIRO DE TRABALHO: ELETROÍMÃ E MOTOR

A classe deve ser dividida em grupos com cerca de 5 alunos e cada grupo escolherá um tema: eletroímã, motor elétrico ou gerador elétrico. Metade dos grupos monta um protótipo do motor ou do gerador e os outros fazem cartazes sobre o funcionamento e as usos tecnológicos destes. Será fornecido o roteiro para montagem das experiências.

Os cartazes e os experimentos serão expostos na sala de aula/laboratório ou na feira cultural da escola.

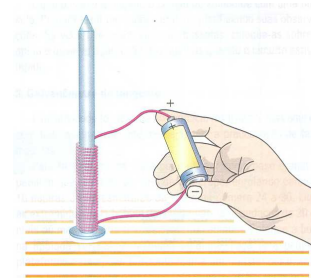
ROTEIRO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM ELETROÍMÃ

Materiais

- 2 pregos de ferro ou aço
- fio de cobre esmaltado de seção $0,13\text{mm}^2$ (nº 26)
- Objetos de ferro ou aço, como cliques de papel, alfinetes, grampos de grampeador etc.

Procedimentos

- 1 - Enrole cerca de metade do prego com 1 camada de fio, começando da cabeça.
- 2 - Ligue cada extremidade do fio a um pólo da pilha.
- 3 - Aproxime o eletroímã de objetos de ferro ou aço em quantidades diferentes.
- 4 - Interrompa a corrente e observe o que acontece
- 5 - No outro prego enrole 5 camadas superpostas de fio.
- 6 - Repita os procedimentos 4 e 5 para o segundo eletroímã.
- 7 - Os dois eletroímãs atraíram a mesma quantidade de objetos? Por quê?
- 8 - Explique o que acontece quando interrompemos a corrente.



GASPAR, Albert. Física v. 3, p.236

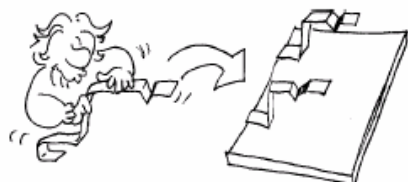
ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DE UM MOTOR ELÉTRICO

Materiais

- 90 cm de fio de cobre esmaltado de seção $0,13\text{mm}^2$ (nº 26)
- 2 hastes feitas de metal ou 2 presilhas de pasta de cartolina
- 1 base de madeira
- 1 pilha
- fio condutor
- 1 imã
- lixa
- fita adesiva

Procedimentos

- 1- Usando o fio de cobre faça uma bobina como indicada na figura, deixando aproximadamente 3cm em cada extremidade do fio
- 2 - Deixe as hastes ou presilhas de metal no formato indicado na figura e fixe as num pedaço de madeira



- 3 - Lixe as extremidades da bobina que fica em contato com as presilhas para retirar o esmalte, sendo que de um dos lados você deve raspar só uma parte ao longo do comprimento. Verifique se a bobina pode girar livremente.



- 4 - Usando o fio condutor conecte cada pólo da bateria a uma presilha. Fixe os fios com fita adesiva

- 5 - Coloque um ímã na base conforme a figura. Se necessário utilize um suporte para aproximá-lo da bobina.
- 6 - Com um pequeno impulso de a partida no motor
- 7 - O que acontece quando o ímã é retirado?
- 8 - Inverta a pilha e refaça as ligações. O que acontece o sentido de giro do motor?
- 9 - Faça bobinas de outros formatos, como por exemplo, triangular ou retangular e compare com o funcionamento da bobina anterior.



GRAF v. 3, p. 56

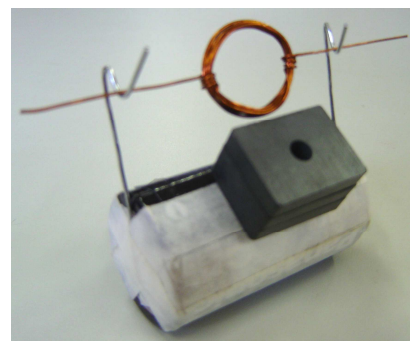
ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DE UM MOTOR ELÉTRICO (II)

Materiais

- 1 bobina (ver roteiro anterior)
- 1 pilha grande de 1,5V
- 2 clips de papel
- 1 ímã
- fita adesiva

Procedimentos

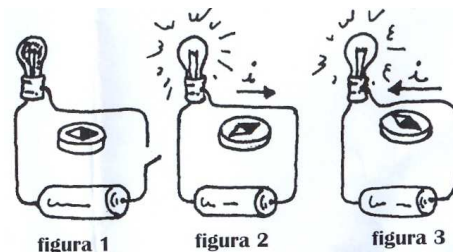
- 1 – Entorte os clips para fazer o suporte da bobina. Regule a altura para que a bobina possa girar livremente.
- 2 – Ligue os clips aos terminais da pilha com a fita adesiva.
- 3 – Coloque o ímã sobre a pilha.
- 4 – Agora é só colocar a bobina no suporte e com um leve impulso fazê-la girar.



Banco de Questões

- 1 - Quando um ímã permanente em forma de barra é partido ao meio, observa-se que:
 - a) as extremidades de uma das metades são pólos norte e as extremidades da outra metade são pólos sul.
 - b) as propriedades magnéticas desaparecem.
 - c) em cada uma das metades temos pólo norte e pólo sul.
 - d) numa metade, temos uma extremidade com pólo norte e a outra extremidade sem pólo e, na outra metade, temos uma extremidade com pólo sul e a outra extremidade sem pólo.
 - e) o número e o tipo dos pólos, em cada metade, dependerá do material de que é feito o ímã.
- 2 - (UNIPAC 97) Um ímã é partido em quatro partes iguais. Obtêm-se:
 - a) quatro pedaços de ímã, sendo dois pólos norte e dois pólos sul.
 - b) dois ímãs inteiros e dois pedaços de ímã, sendo um pólo norte e um pólo sul.
 - c) ímãs inteiros e pedaços de ímã, dependendo de como o ímã foi dividido.
 - d) quatro ímãs completos.
- 3 - (Direito C. L. 97) Sabe-se que, ao contrário do que ocorre na Terra, não existe um campo magnético na superfície da Lua. Pode-se, então, concluir que, se uma agulha imantada, usada como bússola na Terra, for levada para a Lua, ela:
 - a) fornecerá leituras mais precisas do que ao ser usada na Terra.
 - b) indicará a direção norte-sul lunar
 - c) perderá sua imantação.
 - d) não será desviada quando colocada próxima de uma corrente elétrica contínua.
 não poderá ser usada como bússola magnética.
- 4 - (GRAF 3) Analise a afirmação se ela é verdadeira ou falsa e justifique: “O movimento da agulha de uma bússola diante de um ímã é explicado da mesma forma que o movimento de um ímã frente a um outro ímã”.

5 - (GREF 3) A agulha de uma bússola próxima a um fio que é parte de um circuito elétrico, apresenta o comportamento indicado nas três figuras ao lado:



- Como se explica o posicionamento da agulha na figura 1?
- Como se explica a alteração da posição da após o circuito ser fechado na figura 2?
- Analisando as figuras 2 e 3 é possível estabelecer uma relação entre o posicionamento da agulha e o sentido da corrente elétrica no fio?

6 - Considere as seguintes situações:

- Um corpo condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica.
- Um transformador em funcionamento.
- Um feixe de elétrons movimentando-se com velocidade constante.

Em que situações se forma um campo magnético?

- Apenas I.
- Apenas II.
- Apenas I e II.
- Apenas II e III.
- I, II e III.

7 - Basta a existência de um ímã para termos corrente elétrica induzida? Explique sua resposta.

8 - O que é um eletroímã? Como funciona?

9 - Um aluno estava usando uma bússola para orientar-se no interior da sala de laboratório. Num certo momento, a agulha mudou repentinamente de posição. Como poderia ser explicado esse movimento da agulha? Justifique.