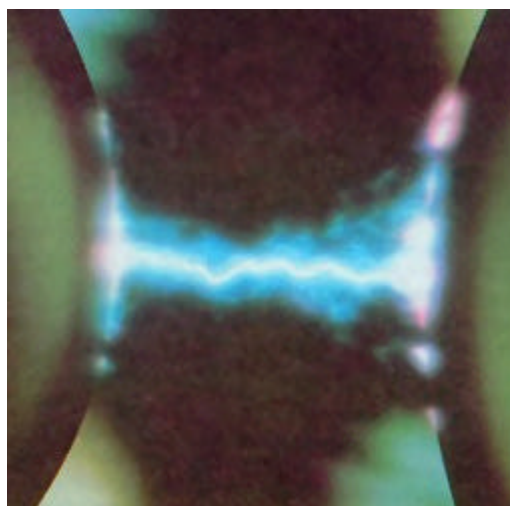


Campo elétrico

Fonte: Página elaborada por Joelmir Micelli - Aluno do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas

CAMPO ELÉTRICO



Consideramos uma carga Q fixa em uma determinada posição, como mostra a fig. 01. Se colocarmos uma outra carga q em um ponto P_1 , a uma certa distância de Q , aparecerá uma força elétrica \vec{F} atuando sobre q .

Suponha, agora, que a carga q fosse deslocada, em torno de Q , para outros pontos quaisquer, tais como P_2 , P_3 etc. Evidentemente, em cada uma destes pontos estaria também atuando sobre q uma força elétrica, exercida por Q . Para descrever este fato, dizemos que em qualquer ponto do espaço em torno de Q existe um **campo elétrico** criado por esta carga.

Voltando à fig.01, devemos observar que o campo elétrico é criado nos pontos P_1 , P_2 , P_3 etc., pela carga Q a qual, naturalmente, poderá ser tanto positiva (como a da figura) quanto negativa. A carga q que é deslocada de um ponto a outro, para verificar se existe ou não, nestes pontos, um campo elétrico, é denominada carga de prova (ou carga de teste).

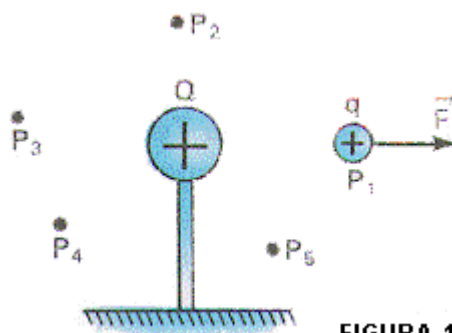


FIGURA 1

1) O vetor campo elétrico

O campo elétrico pode ser representado, em cada ponto do espaço, por um vetor, usualmente simbolizado por \vec{E} e que se denomina **vetor campo elétrico**. A seguir, encontram-se as características deste vetor.

1.1) Módulo do vetor - O módulo do vetor \vec{E} , em um dado ponto, costuma ser denominado **intensidade do campo elétrico** naquele ponto. Para definir este módulo, consideremos a carga Q , mostrada na fig.02, criando um campo elétrico no espaço em torno dela. Colocando-se uma carga de prova q em um ponto qualquer, como o ponto P_1 , por exemplo, uma força elétrica \vec{F} atuará sobre esta carga de prova. A intensidade do campo elétrico em P_1 será, por definição, dada pela expressão

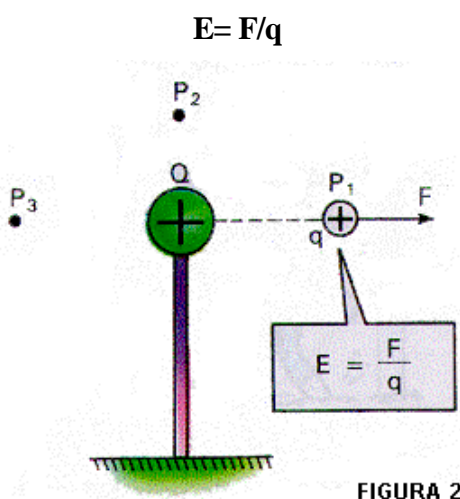


FIGURA 2

A expressão $E = F/q$ nos permite determinar a intensidade do campo elétrico em qualquer outro ponto, tal como P_2 , ou P_3 etc. De maneira geral, o valor de E será diferente para cada um desses pontos, a não ser em casos especiais.

Observe que, de $E = F/q$ obtemos

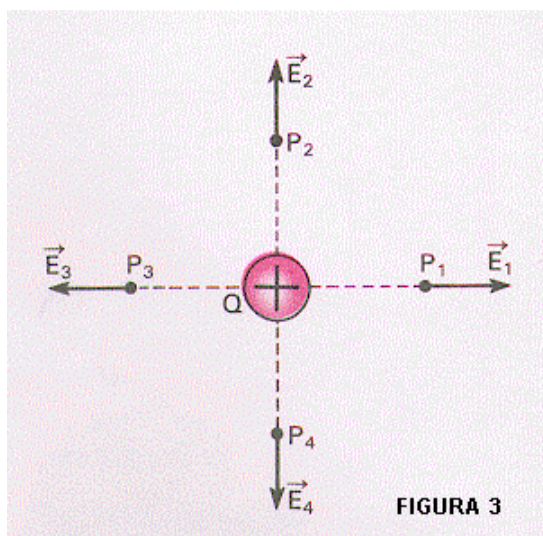
$$F = qE$$

isto é, se conhecermos a intensidade, E , do campo elétrico em um ponto, poderemos calcular, usando a expressão anterior, o módulo da força que atua em uma carga qualquer, q , colocada naquele ponto.

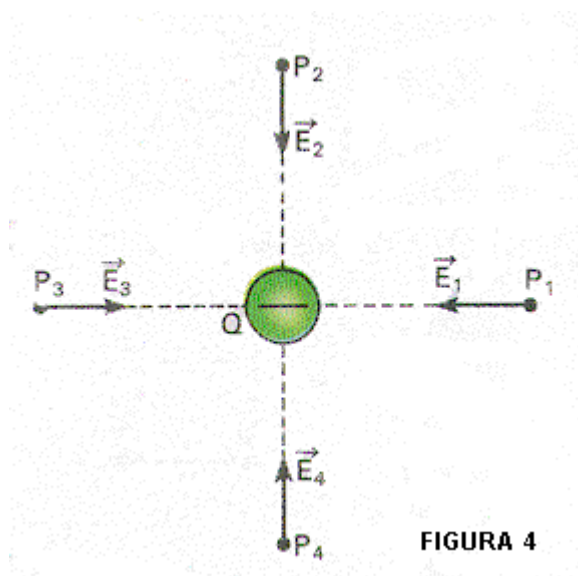
1.2) Direção e sentido do vetor - a direção e o sentido do vetor campo elétrico em um ponto são, por definição, dados pela direção e sentido da força que atua em uma carga de prova positiva colocada no ponto.

Por exemplo: consideremos o ponto P_1 mostrado na fig.03. Se uma carga de prova positiva fosse colocada em P_1 ela seria, evidentemente, repelida por Q com uma força horizontal para a direita.

Portando, em virtude do exposto, o vetor campo elétrico \vec{E}_1 , naquele ponto, seria também horizontal e dirigido para a direita. De modo análogo, podemos concluir que em P_2 temos um vetor \vec{E}_2 dirigido verticalmente para cima; pois, se uma carga de prova positiva fosse colocada neste ponto, ela ficaria sob a ação de uma força com aquela direção e naquele sentido. Então, podemos verificar que, em P_3 e P_4 , os vetores \vec{E}_3 e \vec{E}_4 têm as direções e os sentidos indicados na fig.03.



Suponha, agora, que a carga que cria o campo seja negativa, como mostra a fig. 04. Neste caso, se colocássemos a carga de prova positiva em P_1 , ela seria atraída por Q com uma força para a esquerda. Portanto, o vetor campo elétrico estaria agora dirigido para a esquerda (sempre no mesmo sentido da força que atua na carga de prova positiva). Seguindo esta orientação, podemos concluir que em P_2 , P_3 e P_4 o vetor campo elétrico será representado pelos vetores \vec{E}_2 , \vec{E}_3 e \vec{E}_4 mostrados na fig. 04.



2) Movimento de cargas em um campo elétrico

Suponha que uma carga positiva q seja colocada no ponto P_1 da fig.03, onde existe um campo elétrico \vec{E}_1 criado por Q . A carga q será repelida por Q com uma força dirigida para a direita e, consequentemente, ela tenderá a se deslocar no sentido desta força. Já que o vetor \vec{E}_1 tem o mesmo sentido desta força, concluímos que a carga positiva q tende a se deslocar no sentido do campo elétrico. Se esta mesma carga positiva q for colocada no ponto P_1 da fig.04 (campo criado por carga negativa), ela será atraída pela carga Q e tenderá, também neste caso, a se deslocar no sentido do campo elétrico \vec{E}_1 . De maneira geral podemos verificar que, em qualquer ponto que a carga positiva q for abandonada, ela tenderá a se deslocar no sentido do vetor do campo elétrico existente naquele ponto.

Imagine, agora, que coloquemos no ponto P_1 da fig.03 uma carga negativa q (lembramos que em P_1 , existe um campo elétrico \vec{E}_1 dirigido para a direita, produzido pela carga Q). Nestas condições, a carga q será atraída por Q e tenderá, então, a se deslocar em sentido contrário ao campo \vec{E}_1 . Se deslocarmos a carga negativa q no ponto P_1 da fig.04, ela será repelida pela carga negativa Q e, da mesma maneira, tenderá a se deslocar em sentido contrário ao do vetor \vec{E}_1 .

CAMPO ELÉTRICO CRIADO POR CARGAS PONTUAIS

1) Campo de uma carga pontual

A expressão $E = F/q$ nos permite calcular a intensidade do campo elétrico, quaisquer que sejam as cargas que criam este campo. Vamos aplicá-la a um caso particular, no qual a carga que cria o campo é uma carga pontual.

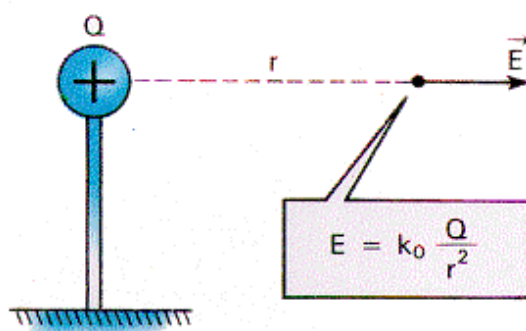


FIGURA 5

Consideremos, então, uma carga pontual Q , no ar, e um ponto situado a uma distância r desta carga (fig.05). Se colocarmos uma carga de prova q neste ponto, ela ficará sujeita a uma força elétrica \vec{F} , cujo módulo poderá ser calculado pela lei de Coulomb, isto é,

$$F = k_0 \frac{Qq}{r^2}$$

como $E = F/q$, obtemos facilmente

$$E = k_0 \frac{Q}{r^2}$$

Portanto, esta expressão nos permite calcular a intensidade do campo em um certo ponto, quando conhecemos o valor da carga puntual Q que criou este campo e a distância do ponto a esta carga. Observe, entretanto, que esta expressão só pode ser usada para este caso (campo criado por uma carga puntual).

2) Campo de várias cargas puntuais

Consideremos várias cargas elétricas puntuais Q_1 , Q_2 , Q_3 etc., como mostra a fig.06.

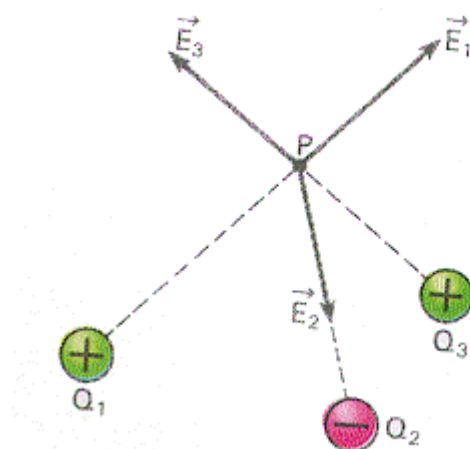


FIGURA 6

Suponhamos que desejássemos calcular o campo elétrico que o conjunto destas cargas criam em um ponto P qualquer do espaço. Para isto devemos calcular, inicialmente, o campo \vec{E}_1 criado em P apenas pela carga Q_1 . Como Q_1 é uma carga puntual, o valor de E_1 poderá ser calculado usando-se a expressão $e = k_0 Q/r^2$. A direção e o sentido de \vec{E}_1 , mostrado na fig.06, foram determinados de acordo com o que vimos na seção anterior. A seguir, de maneira análoga, determinamos o campo \vec{E}_2 , criado por Q_2 , o campo \vec{E}_3 , criado por Q_3 etc. O campo elétrico \vec{E} , existente no ponto P, será dado pela resultante dos campos \vec{E}_1 , \vec{E}_2 , \vec{E}_3 etc. produzidos separadamente pelas cargas Q_1 , Q_2 , Q_3 etc., isto é,

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

3) Campo de uma esfera

Imaginemos, agora, que tivéssemos uma esfera eletrizada, possuindo uma carga Q distribuída uniformemente em sua superfície. Supondo que o raio desta esfera não seja desprezível, estaremos diante de uma situação nova, isto é, uma carga Q não puntual, criando um campo elétrico no espaço em torno dela.

Para calcular o campo elétrico em um ponto P exterior à esfera (fig.07-a), teríamos que usar um artifício: imaginariamos a esfera dividida em pequenas porções, de tal modo que a carga ΔQ

existente em cada porção pudesse ser considerada como uma carga puntual. Cada uma dessas pequenas cargas ΔQ criaria em P um pequeno campo $\Delta \vec{E}$ (fig.07-a), que poderia ser facilmente calculado. O campo em P, devido à carga total, Q, da esfera seria obtido somando-se vetorialmente estes pequenos campos.

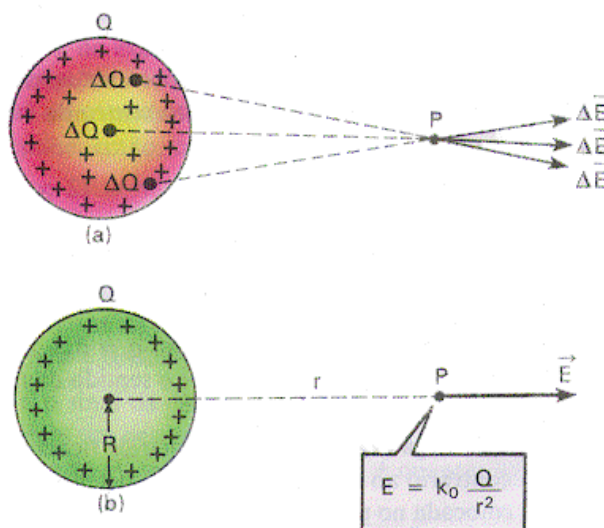


FIGURA 7

Realizando-se esta operação, chega-se ao seguinte resultado: o campo \vec{E} , criado em P pela carga Q da esfera, tem a direção e o sentido mostrado na fig.07-b e seu módulo é dado por

$$E = k_0 \frac{Q}{r^2}$$

onde r é a distância do ponto P ao centro da esfera. Observe que esta expressão é idêntica àquela que nos fornece o campo elétrico criado por uma carga puntual. Concluímos, então, que o campo criado por uma esfera eletrizada, em pontos exteriores a ela, pode ser calculado imaginando-se que toda a carga da esfera estivesse concentrada (como se fosse uma carga puntual) em seu centro. Se na fig.07-b considerássemos um ponto situado bem próximo à superfície da esfera, sua distância ao centro dela seria praticamente igual a R (raio da esfera). Portanto, o campo neste ponto seria dado por

$$E = k_0 \frac{Q}{R^2}$$

Deve-se salientar que a análise que acabamos de fazer só é válida para pontos exteriores à esfera.

LINHAS DE FORÇA

1) Conceito

O conceito de linhas de força foi introduzido pelo físico inglês M. Faraday, no século passado, com a finalidade de representar o campo elétrico através de diagramas.

Para que possamos compreender esta concepção de Faraday, suponhamos uma carga puntual positiva Q criando um campo elétrico no espaço em torno dela. Como sabemos, em cada ponto

deste espaço temos um vetor \vec{E} , cujo módulo diminui à medida que nos afastamos da carga. Na fig.08-a estão representados estes vetores em alguns pontos em torno de Q . Consideremos os

vetores \vec{E}_1 , \vec{E}_2 , \vec{E}_3 etc., que tem a mesma direção, e tracemos uma linha passando por estes vetores e orientada no mesmo sentido deles, como mostra a fig. 08-b. Esta linha é, então é tangente

a cada um dos vetores \vec{E}_1 , \vec{E}_2 , \vec{E}_3 etc. Uma linha como esta é denominada linha de força do campo elétrico. De maneira semelhante, podemos traçar várias outras linhas de força do campo elétrico criado pela carga Q , como foi feito na fig.08-b. Esta figura nos fornece uma representação do campo elétrico da maneira proposta por Faraday.

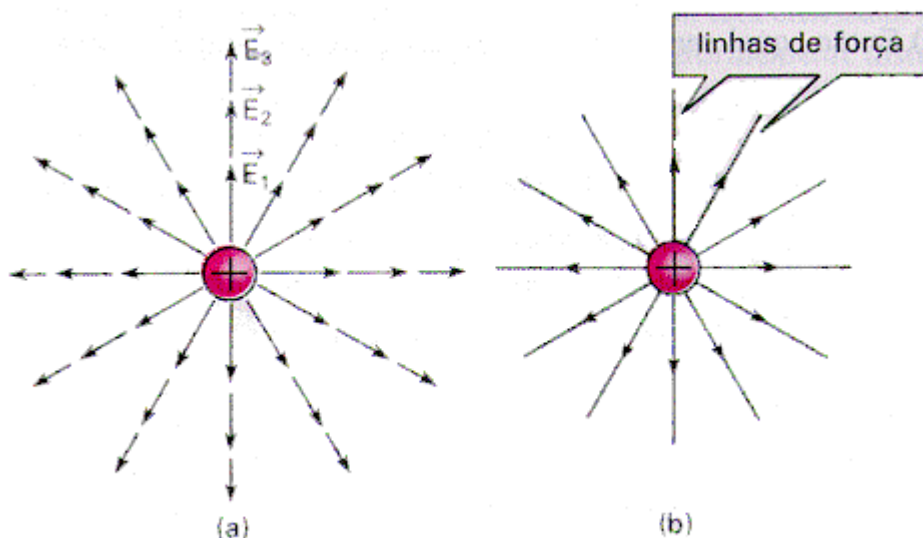
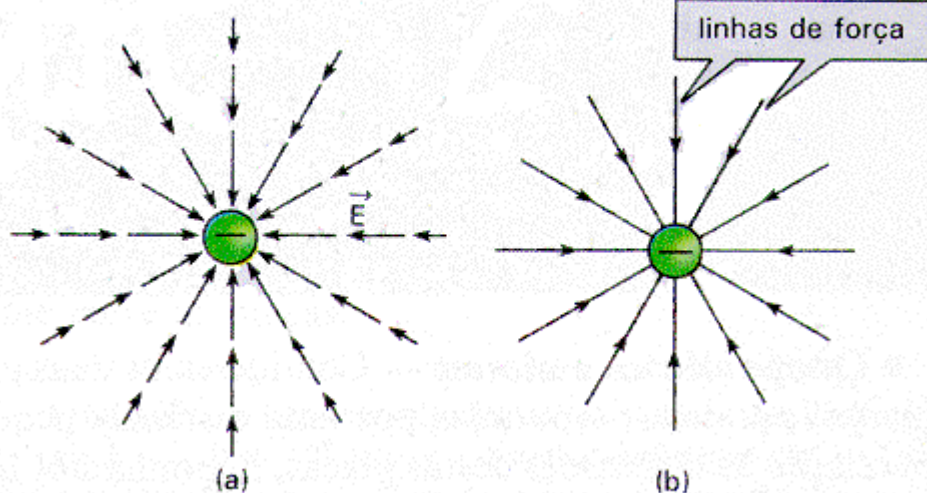


FIGURA 8

Se a carga criadora do campo for uma carga puntual negativa, sabemos que o vetor \vec{E} , em cada ponto do espaço, estará dirigido para esta carga, como mostra a fig.09-a. Podemos, então, traçar, também neste caso, as linhas de força que representarão este campo elétrico. Observe, na fig.09-b, que a configuração destas linhas de força é idêntica àquela que representa o campo elétrico da carga positiva, diferindo apenas no sentido de orientação das linhas de força: no campo da carga positiva as linhas divergem a partir da carga e no campo de uma carga negativa as linhas convergem para a carga.

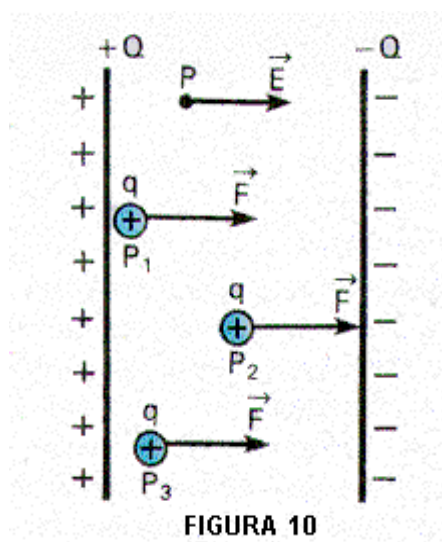
FIGURA 9



Abaixo encontra-se um esquema para podermos visualizar o comportamento do sentido de orientação das linhas de força. O esquema nos permite visualiazar as linhas de força de um campo elétrico criado por uma carga positiva ou negativa :

2) Campo elétrico uniforme

Consideremos duas placas planas, paralelas, separadas por uma distância pequena em relação às dimensões destas placas. Suponhamos que elas estejam uniformemente eletrizadas com cargas de mesmo módulo e de sinais contrários, como mostra a fig.10.



Se colocarmos uma carga de prova positiva q em um ponto P_1 situado entre as placas (fig.10), esta carga ficará sujeita à ação de uma força \vec{F} , devido ao campo elétrico criado pelas placas no espaço entre elas. A força \vec{F} é perpendicular às placas e está orientada, como você poderia prever,

da placa positiva para a negativa. Deslocando-se a carga de prova q para outro ponto qualquer entre as placas, verifica-se que irá atuar sobre q uma força F de mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido que aquela que atuava quando q se encontrava em P_1 . Concluimos, então, que o campo elétrico existente entre as placas tem, em qualquer ponto, o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido. Um campo como este é denominado **campo elétrico uniforme** e pode

ser representado por um vetor \vec{E} , como aquele indicado no ponto P da fig.10.

Na fig.11 estão traçadas as linhas de força do campo existente entre as duas placas. Observe que estas linhas são paralelas (a direção de \vec{E} não varia) e igualmente espaçadas (o módulo de \vec{E} é constante), indicando que o campo elétrico nesta região, é uniforme. Deve-se notar, entretanto, que estas considerações são válidas para pontos não muito próximos das extremidades das placas. De fato, como mostra a fig.11, nestas extremidades as linhas de força são curvas, indicando que aí o campo deixa de ser uniforme.

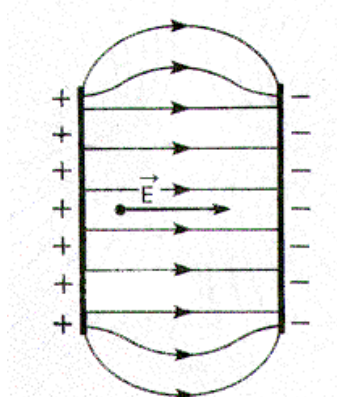


FIGURA 11

1) A carga se distribui na superfície do condutor

Suponha que um corpo condutor como, por exemplo, um bloco metálico, seja atritado em uma determinada região de sua superfície, adquirindo uma carga negativa. Evidentemente, esta carga aparece na região que foi atritada, como mostra a fig.12-a.

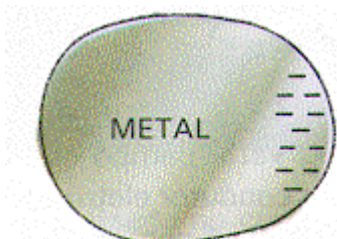


FIGURA 12-A

Entretanto, estas cargas, constituídas por um excesso de elétrons, repelem-se mutuamente e atuam sobre os elétrons livres do condutor, fazendo com que eles se desloquem até atingir uma distribuição final, denominada "situação de equilíbrio eletrostático", na qual as cargas no condutor apresentam-se em repouso. Ao ser atingida esta situação final de equilíbrio eletrostático (o que ocorre em um

intervalo de tempo muito pequeno), verifica-se experimentalmente que a carga negativa adquirida pelo condutor apresenta-se distribuída em sua superfície (fig.12-b).

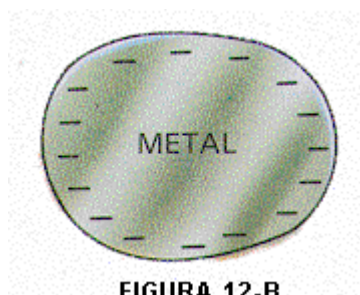


FIGURA 12-B

Se o condutor fosse eletrizado positivamente, observaríamos o mesmo resultado final. A carga positiva, adquirida pelo condutor em uma dada região de uma superfície (fig.12-c), atrai elétrons livres deste corpo. Estes elétrons se deslocam até ser atingido o equilíbrio eletrostático quando, então, a carga positiva se apresentará distribuída na superfície do condutor. (fig.12-d).

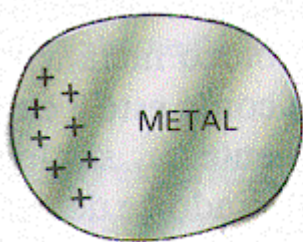


FIGURA 12-C

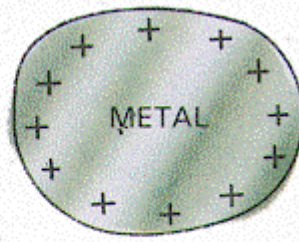


FIGURA 12-D

Deve-se observar que este comportamento é característico de um condutor. De fato, se um isolante for atritado a uma determinada região de sua superfície, a carga por ele adquirida não se espalhará, permanecendo em equilíbrio na região onde ela foi gerada. Isto ocorre porque o isolante não possui elétrons livres e, conseqüentemente, as cargas elétricas não poderão se deslocar neste material.

2) Campo no interior e na superfície do condutor

Como vimos, ao ser atingido o equilíbrio eletrostático, as cargas elétricas em um condutor estão distribuídas em sua superfície e se encontram em repouso.

Nestas condições, a distribuição destas cargas deve ser tal que torne nulo o campo elétrico em qualquer ponto do interior do condutor. De fato, se o campo elétrico no interior do condutor fosse diferente de zero, os elétrons livres aí existentes entrariam em movimento sob a ação deste campo. Como as cargas no condutor estão em equilíbrio, este movimento não pode existir e, portanto, o **campo elétrico deve ser nulo no interior do condutor**.

Vamos analisar, agora, o que ocorre em pontos da superfície do condutor em equilíbrio eletrostático. Nestes pontos, é possível existir um campo elétrico, sem que isto altere a condição de equilíbrio eletrostático, desde que o vetor \vec{E} seja perpendicular à superfície do condutor, como está mostrado nos pontos B, C, e D da fig.13.

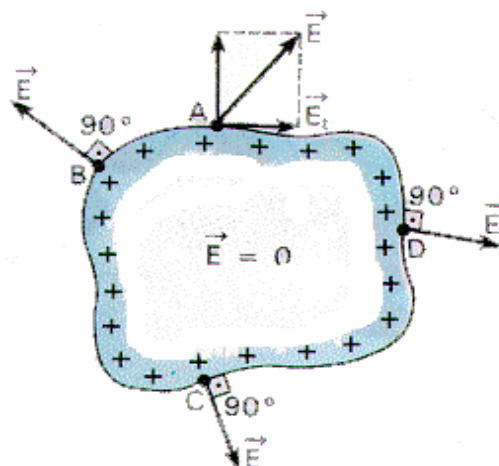


FIGURA 13

De fato, se o campo elétrico não fosse perpendicular a superfície, como está desenhado no ponto A da fig.13, ele teria um componente \vec{E}_t tangente à superfície do condutor. Se esta componente existisse, os elétrons livres ali presentes estariam em movimento sob a ação de \vec{E}_t . Logo, esta componente não pode existir, pois o condutor está em equilíbrio eletrostático. Não existindo uma componente tangencial, o vetor \vec{E} terá que ser perpendicular à superfície do condutor. Evidentemente, atuando nesta direção, o campo não poderá provocar movimento de cargas porque o condutor está envolvido pelo ar que, como sabemos, é um isolante.

CAMPO MAGNÉTICO

Campo Magnético

Alguém pode pensar o seguinte: como o ímã “sabe” que o alfinete está perto para atraí-lo? E como a bússola “sabe” para que lado é o norte? O campo seria algo invisível e imperceptível para nós, mas que está realmente ao redor de um ímã. Da mesma forma que um pedaço de ferro é atraído com facilidade apenas nas proximidades dos ímãs, um ímã muito forte talvez possa ser sentido mais longe, da mesma forma que um cheiro forte. Um ímã tem ao seu redor um campo que influi em outros ímãs e em objetos.

O campo de um ímã é chamado de campo magnético e embora nós não possamos senti-lo diretamente, trata-se de algo bem real.

O fato mais interessante sobre os campos é que eles provocam efeitos em locais onde aparentemente não há nada. Isso pode parecer surpreendente, mas não é tão mágico assim. Se o ser humano não fosse dotado de tato, por exemplo, não sentiria o vento. Mesmo assim, perceberíamos seus efeitos onde aparentemente não há nada: folhas de árvore voando, cabelos esvoaçados e muitas outras coisas. Para os campos elétrico e magnético não temos “tato” ou outro sentido, mas podemos observar seus efeitos. E esses efeitos são muito parecidos com o efeito do vento: mover e empurrar coisas. Ou seja: os

campos produzem forças e essas forças provocam movimentos ou alterações de movimentos.

O campo magnético é a região ao redor de um material magnético, na qual ocorre um efeito magnético. Esse efeito é percebido pela ação de uma força magnética de atração ou de repulsão.

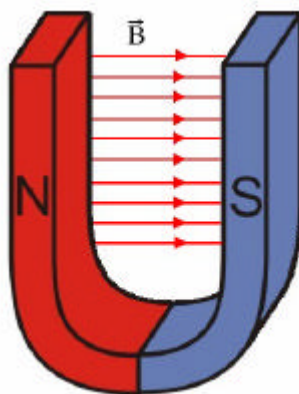


Figura 1 - Campo magnético de um ímã em forma de ferradura.

O campo magnético é invisível. Para a facilidade do estudo adotou-se o conceito de linhas de indução ou linhas de forças magnéticas.

1.3 Linhas de Indução e Suas Propriedades

As linhas de indução são coincidentes com as linhas formadas pela orientação da limalha de ferro quando espalhadas sobre um pedaço de vidro que se encontra sobre um ímã em forma de barra. Conforme a distribuição do campo magnético no espaço obtêm-se um espectro característico com o formato de cada ímã.

Exercício 1

Desenhe a distribuição de limalhas ao redor de um ímã:

Desenhe as limalhas quando dois ímãs estão um em linha com o outro, aproximados pelos pólos iguais e faça outro desenho quando os mesmos são aproximados com pólos contrários.

Desenhe as linhas que as limalhas formam ao redor de um condutor eletrizado.

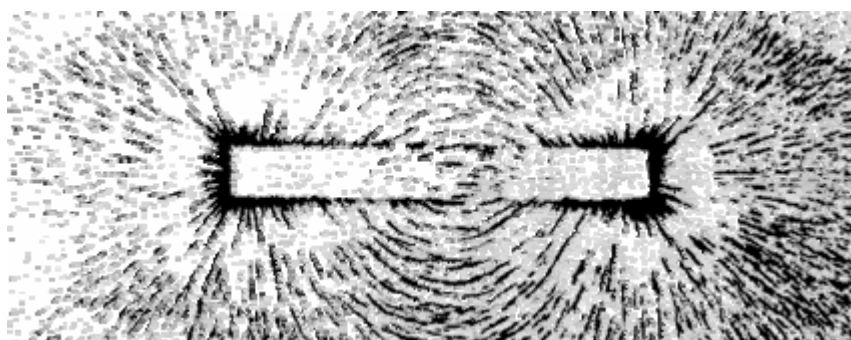


Figura 2 – Campo magnético representadas por limalha de ferro.

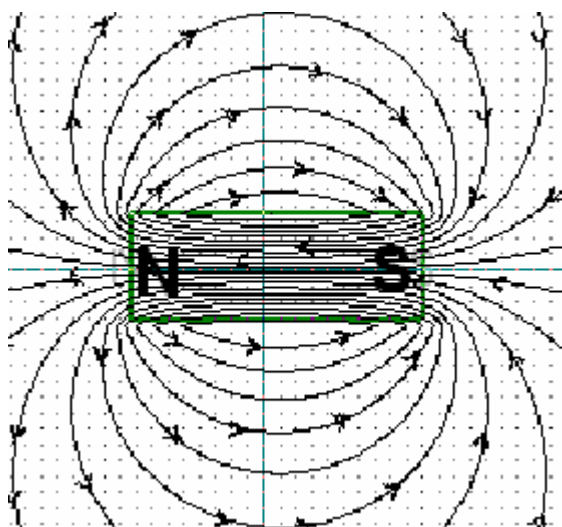


Figura 3 - Campo magnético representado pelas linhas de indução.

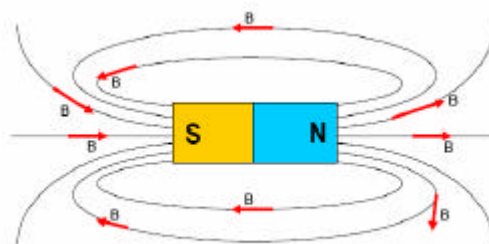


Figura 17 - Vetor Campo Magnético tangente as linhas de campo.

Sabemos que uma corrente elétrica passando por um condutor dá origem a um campo magnético em torno deste. A este campo, damos o nome de campo eletromagnético, para denotar a sua origem, ou seja, um campo magnético provocado por uma corrente elétrica. Sabemos também que existem campos magnéticos provocados por certos materiais, comumente chamados de ímãs permanentes. Dizemos que estes materiais têm a capacidade de manter certo magnetismo residual, uma vez colocados na presença de um campo magnético externo.

RESISTORES

Resistores são componentes que tem por finalidade oferecer uma oposição à passagem da corrente elétrica, através de seu material. A essa oposição damos o nome de resistência elétrica, que possui como unidade o Ohm (O).

Os resistores são classificados em dois tipos: fixos e variáveis. Os resistores fixos são aqueles cuja resistência não pode ser alterada, enquanto as variáveis têm a sua resistência modificada dentro de uma faixa de valores por meio de um cursor móvel.

Resistores Fixos

Tem como função principal produzir uma queda de tensão V (volts), igual ao produto de seu valor (O) pela corrente que passa por ele (A).

Símbolo:

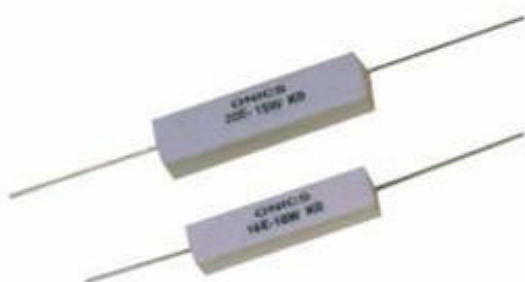


Figura – Resistor de fio

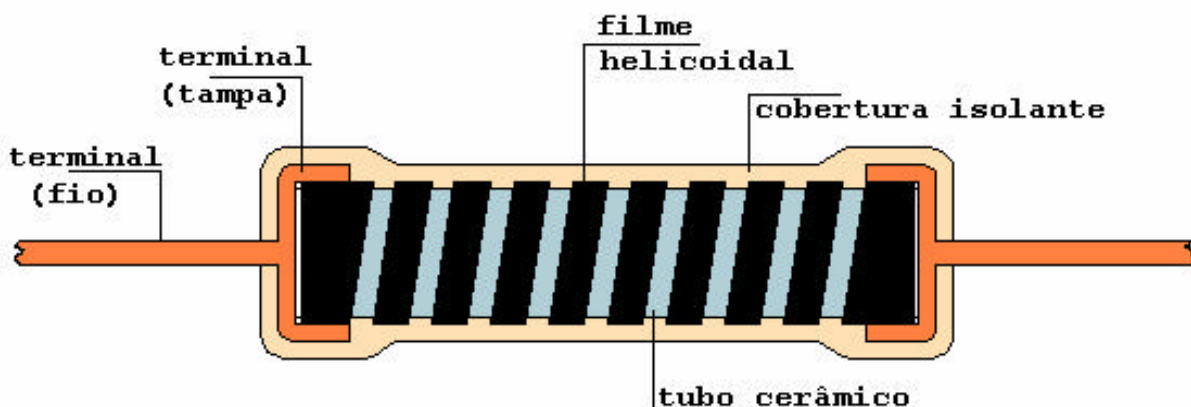


Figura – Resistor de filme de carbon

Dentre os tipos de resistores fixos, destacamos os de fio, de filme de carbono e de filme metálico.

CAPACITORES

O capacitor é um componente que tem como finalidade armazenar energia elétrica. É formado por duas placas condutoras, também denominadas de armaduras, separadas por um material isolante ou dielétrico. Ligadas a essas placas condutoras estão os terminais para conexão deste com outros componentes.

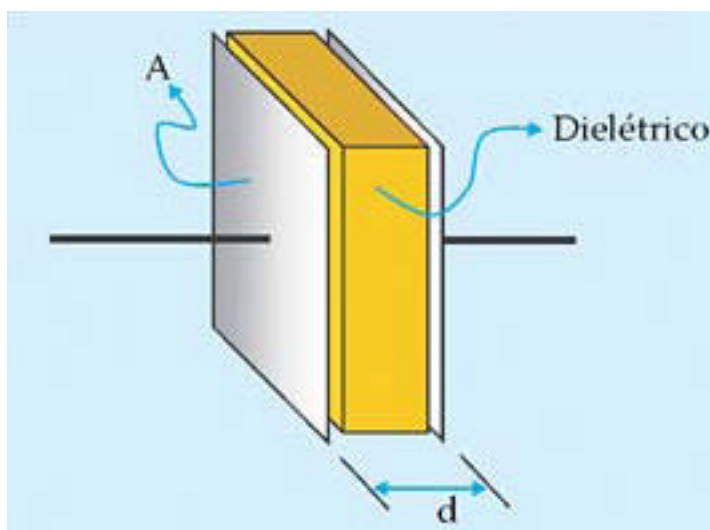


Figura 13 - Capacitor

A Capacitância (C) é a característica que o capacitor apresenta de armazenar mais ou menos carga por unidade de tensão.

$$C = Q/V$$

Onde: C – capacitância

Q – carga elétrica

V – tensão

Quando aplicamos uma tensão igual a 1V e o capacitor armazena 1 C, teremos então uma capacitância de 1F (Farad).

Devido as dificuldades construtivas, os capacitores encontram-se situados em faixa de valores submúltiplos do Farad, como micro Farad (μF), nano Farad (nF) e pico Farad (pF).

$$1\mu\text{F}=10^{-6}\text{F}$$

$$1\text{nF}=10^{-9}\text{F}$$

$$1\text{pF}=10^{-12}\text{F}$$

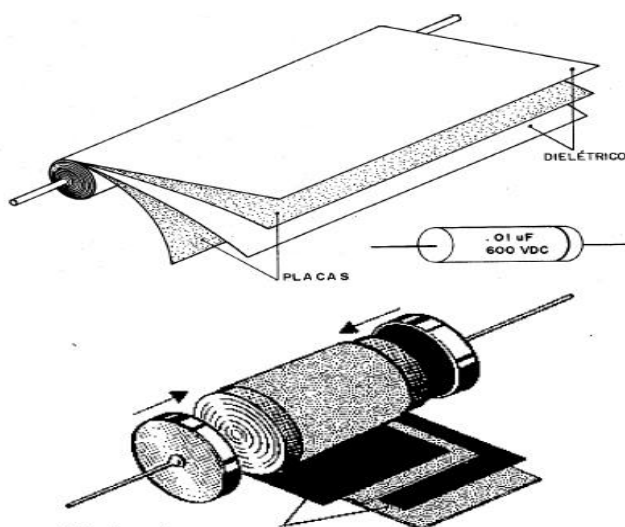


Figura – capacitor.

INDUTORES

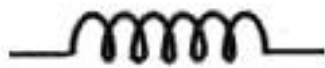


Um fio condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, cria ao redor de si um campo magnético. Para melhor aproveitar esse campo, enrolamos o fio condutor em forma de espira ao redor de um núcleo, constituindo o componente denominado indutor. Chamamos de indutância (L) o parâmetro que relaciona este efeito do campo magnético com a corrente que o produziu, e sua unidade é o Henry (H), tendo como submúltiplos o miliHenry (mH) e o microHenry (μ H).



Figura - esquematizado um indutor.

Os indutores podem ser fixos ou variáveis. Os indutores fixos são construídos por um fio de cobre esmaltado, enrolado ao redor de um núcleo que pode ser de ar, de ferro ou de ferrite. O indutor com núcleo de ar é simplesmente constituído pelo entolamento do próprio fio e proporciona baixos valores de indutância. Os núcleos de ferro e de ferrite proporcionam valores mais altos de indutância, sendo que o de ferrite, pó de ferro com aglutinante, é aplicado principalmente em altas frequências. A tabela abaixo apresenta os símbolos elétricos utilizados para o indutor.

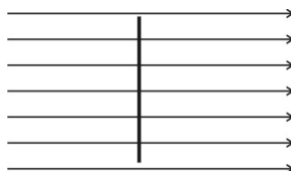
Tabela - Símbolos elétricos do indutor.

Indutor com núcleo de ar	
Indutor com núcleo de ferro	
Indutor com núcleo de ferrite	

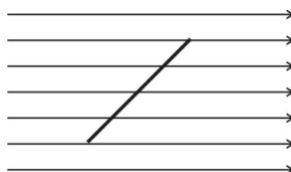
Os indutores variáveis consistem num sistema em que o núcleo é móvel, podendo o valor da indutância ser ajustado externamente dentro de uma faixa preestabelecida.

Exercícios: Magnetismo

1. O que é campo magnético? Como pode ser representado? Quais as características dessa representação?
2. O que são ímãs elementares?
3. Os pólos de um ímã podem ser separados? Por quê? O que é um ímã elementar?
4. Como se explica a imantação de um material? O que são domínios magnéticos?
5. Como as substâncias se classificam quanto às propriedades magnéticas? Cite exemplos.
6. Converta:
0,025 Wb para Maxwell (Mx)
 10^{-2} T para Gauss (G)
22 Ae/m para Oersted (Oe)
7. Calcule o fluxo magnético na superfície abaixo, sendo $B=3,66\text{T}$. Dados da superfície: altura=8 cm, largura=10 cm.



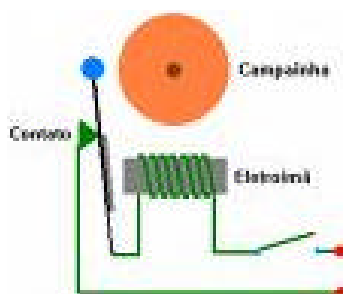
8. Calcule o fluxo magnético na superfície abaixo, sendo $B=1,33\text{T}$. Dados da superfície: altura=12 cm, largura=12 cm, $\theta=45^\circ$.



9. Uma bobina plana, com 20 espiras circulares com diâmetro de 10 cm, esta imersa em um campo magnético cujas linhas de indução estão perpendiculares ao plano da bobina. Sendo a indução magnética 1920 G, determine o módulo do fluxo magnético em:
- a) cada espira; Resp: $1,6 \cdot 10^{-7}$ Wb
b) através de toda bobina. Resp: $3,2 \cdot 10^{-6}$ Wb



10. Uma espira retangular de 10x8 cm está imersa em um campo magnético, cujo fluxo magnético $300 \cdot 10^3$ Mx. Calcule o campo magnético.
11. Para a campainha abaixo, onde o solenóide apresenta um campo magnético de intensidade 1200 Ae/m, indique o material que promova o funcionamento da mesma. Indique onde estes materiais serão utilizados, qual o motivo da escolha do material e prove matematicamente porque o material escolhido é o melhor a ser utilizado em relação a outros.

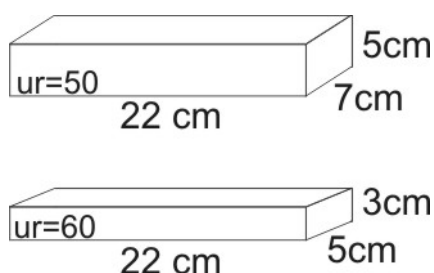


12. Um instrumento de medição, que é sensível ao campo magnético, é utilizado próximo a equipamentos com alta intensidade de campo magnético, como transformadores e motores de indução, apresentando desta forma erros de medição. Mostre e justifique uma solução para o problema.
13. Uma bobina, com núcleo vazio possui uma intensidade de campo magnético de 960 Ae/m. Colocando-se um material no núcleo, e medindo-se novamente a indução, detectou-se que a mesma havia aumentado em 33 vezes. Encontre para esta bobina, em ambos os casos (núcleo vazio e com material):
- a) a intensidade de campo magnético;
b) a indução magnética;

- c) a permeabilidade do material e a permeabilidade relativa do material colocado no núcleo da bobina.

14) Calcule a permeabilidade dos seguintes materiais: cobalto, níquel, ferro para transformador, prata, alumínio.

15) Qual dos materiais abaixo apresenta menor dificuldade para passagem do fluxo magnético?



Experiência A

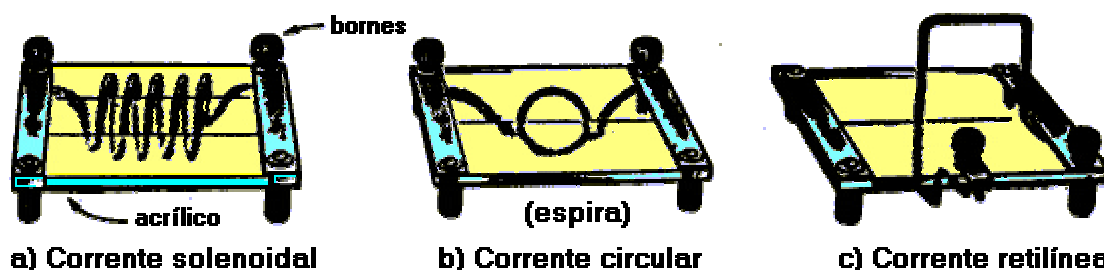
Apresentar a experiência em aula

Objetivo

Essas montagens realizadas com placas de acrílico e fios de cobre grosso permitem, com o auxílio da limalha de ferro (limalhas de esponja de aço), a visualização das linhas de forças dos campos magnéticos produzidos pelas correntes elétricas.

Procedimento

Montar os experimentos conforme mostra a figura abaixo. As placas não precisam ser necessariamente de acrílico, podem ser de outro material isolante. O condutor pode ser qualquer condutor de cobre rígido que permite moldar com facilidade.



Espectros magnéticos das correntes

Devido às baixas resistências elétricas dos fios, nessas montagens, a fonte de tensão (pilhas, baterias) deve ficar ligada por breves momentos. Aspergir limalha sobre as placas e dar pequenas pancadas sobre elas, enquanto a fonte está ligada, permite a movimentação das partículas e suas melhores orientações nos campos magnéticos produzidos.

Esses espectros é que permitem, através da visualização das linhas de força, termos uma boa idéia da geometria do campo magnético num dado plano (o da placa); o vetor campo magnético tem, em cada ponto dessas linhas, a direção da reta tangente.

OBS.: Testar o trabalho com o professor pelo menos um dia antes da apresentação.

Entregar individualmente, considerando uma corrente de 3,3A para o experimento:

- Desenhe as linhas de indução para cada experimento (bobina, espira e condutor) e indique o sentido da corrente elétrica que você determinou.

Experiência B – Alunos

Apresentar a experiência em aula

Objetivo

Construir um aparelho que permita evidenciar a passagem de corrente elétrica - o galvanômetro.
Verificar se uma pilha está com energia ou esgotada.

Material

Fio de cobre esmaltado nº 23 ou mais fino, de 3,5m (pode ser de um relé de carro)

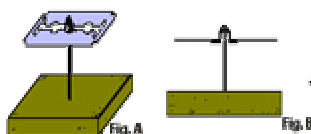
Cano plástico de esgoto de 2,5 cm e \varnothing 50 mm

Suporte de madeira (4 cm x 4 cm)

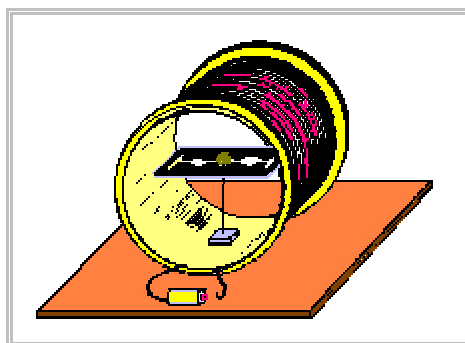
Pilha de lanterna

Lixa, Cola

Procedimento



- Magnetize uma gilete. Finque o alfinete ou agulha com a ponta para cima, numa borracha escolar, de modo que fique em posição vertical.
- Cole a parte superior de uma ampola de injeção na parte central da gilete.
- Coloque a gilete em cima do alfinete ou agulha, apoiando no rebite, como indica a figura A
- Faça dois furos de \varnothing 1 mm a 2 mm da borda do cano de esgoto.
- Prenda o fio, pela extremidade, num lugar fixo (gancho, maçaneta) e introduza a outra extremidade nos furos, deixando sobrar 20 cm.



- Enrole o fio no cano, bem apertado, e faça as voltas encostando uma na outra.
 - Ao terminar, faça mais dois furos no cano e prenda a outra extremidade neles, deixando também 20 cm livres.
 - Tire o verniz das pontas do fio com uma lixa.
 - Cole a bússola no interior do cano.
 - Cole o aparelho no suporte de madeira.
 - Coloque o aparelho de tal modo que as voltas do fio da bobina e a bússola tenham a mesma orientação.
 - Encoste um extremo do fio na parte posterior da pilha.
 - Encoste, por um instante, a outra extremidade do fio no outro pólo da pilha.
 - Descreva o fenômeno observado.
 - Ligue os extremos do fio aos terminais de uma pilha gasta.
- OBS.: Testar o trabalho com o professor pelo menos um dia antes da apresentação.

Entregar individualmente, considerando uma corrente de 1A para o experimento :

- Calcule o campo magnético.
- Calcule a intensidade de campo magnético.
- Calcule o fluxo magnético.
- Desenhe as linhas de indução e indique o sentido da corrente elétrica que você determinou.

As experiências a seguir devem ser realizadas em grupo de 4 a 5 estudantes

- a) Realize os experimentos conforme a metodologia
- b) Faça um gráfico correlacionando as variáveis
- c) Procure a equação que descreve o fenômeno
- d) Faça apresentação do trabalho no aplicativo power point, ou similar
- e) Faça um relatório em conformidade com as normas que são apresentadas na unidade curricular de português técnico.

Experiência 1

Material Utilizado:

5 resistores de valores diversos;

1) Faça a leitura de cada resistor e anote no quadro abaixo o valor nominal, a tolerância e a potência.

RESISTOR	Resistência	Tensão	Corrente	Resistência	Tensão	Corrente	Resistência	Tensão	Corrente
R1									
R2									
R3									
R4									
R5									

Experiência 2

Material Utilizado:

Multímetro

Resistores: 47? - 100? - 560? - 1K? - 2,7K? - 10K? - 68K? - 100 K? .

1) Meça cada resistor e anote os valores no quadro abaixo. Em cada medida, coloque a chave seletora em todas as posições, escolhendo uma de melhor conveniência para a leitura.

2) Leia e anote a tolerância de cada resistor. Calcule o desvio percentual e anote no quadro.

$$\Delta R\% = \frac{|V_n - V_m|}{V_n} \cdot 100$$

Valor Nominal (Vn)	Valor Medido (Vm)	?R% (Desvio percentual)	Valor Medido (Vm)	?R% (Desvio percentual)	Valor Medido (Vm)	?R% (Desvio percentual)
47?						
100?						
560?						
1K?						
2,7K?						
10K?						
68K?						
100K?						

Experiência 3

- a) Dado os vários pedaços de tudo calcule com auxílio de um barbante a circunferência e o diâmetro do tubo

	Diâmetro (cm)	Circunferência (cm)	Diâmetro (cm)	Circunferência (cm)	Diâmetro (cm)	Circunferência (cm)
Tubo 1						
Tubo 2						
Tubo 3						
Tubo 4						
Tubo 5						
Tubo 6						
Tubo 7						
Tubo 8						

Experiência 4

- a) Dado os vários pedaços de tudo calcule com auxílio de papel milimetrado a circunferência e o diâmetro do tubo

	Diâmetro (cm)	Circunferência (cm)	Diâmetro (cm)	Circunferência (cm)	Diâmetro (cm)	Circunferência (cm)
Tubo 1						
Tubo 2						
Tubo 3						
Tubo 4						
Tubo 5						
Tubo 6						
Tubo 7						
Tubo 8						

Experiência 5

- Construa um pêndulo de modo que seu comprimento possa ser variado
- Para cada incremento de 5 cm no comprimento do pêndulo, determine o período do pêndulo, medindo o número de oscilações realizadas em 10 s.

	Comprimento (cm)	Oscilações (s)	Período (tempo/oscilações)	Oscilações (s)	Período (tempo/oscilações)	Oscilações (s)
Medida 1		1				
Medida 2						
Medida 3						
Medida 4						
Medida 5						
Medida 6						
Medida 7						
Medida 8						

Experiência 6

- Construa um circuito com lâmpada incandescente, uma fonte de tensão constante, variador de tensão/corrente e um medidor de corrente e voltagem.
- Meça a corrente, a tensão, e a intensidade luminosa
- Para cada incremento de 5 cm no comprimento do pêndulo, determine o período do pêndulo, medindo o número de oscilações realizadas em 10 s.

	tensão	corrente	fluxo	Calcula potencia	tensão	corrente	fluxo	Calcula potencia
Medida 1		1						
Medida 2								
Medida 3								
Medida 4								
Medida 5								
Medida 6								
Medida 7								
Medida 8								

Valores comerciais de capacitores:

Eletrólitos	Poliéster, disco cerâmico, plate, schico, tântalo			
Valor em mF	Valor em mF	Valor em hF	Valor em rF	Valor em KrF
12 000 mF	1 mF			
10 000 mF	m68 ou .680	680 hF		680 KrF
6800 mF	m47 ou .470	470 hF		470 KrF
4700 mF	m33 ou .330	330 hF		330 KrF
3300 mF	m22 ou .220	220 hF		220 KrF
2200 mF	m1 ou .100	100 hF		100 KrF
1000 mF	m068 ou .068	68 hF		68 KrF
680 mF	m047 ou .047	47 hF		47 KrF
470 mF	m033 ou .033	33 hF		33 KrF
330 mF	m022 ou .022	22 hF		22 KrF
220 mF	m01 ou .01	10 hF		10 KrF
100 mF		6,8 hF	6800 rF	6,8 KrF
68 mF		4,7 hF	4700 rF	4,7 KrF
47 mF		3,3 hF	3300 rF	3,3 KrF
33 mF		2,7 hF	2700 rF	2,2 KrF
22 mF		2,2 hF	2200 rF	2,2 KrF
10 mF		1,8 hF	1800 rF	1,8 KrF
6,8 mF		1,5 hF	1500 rF	1,5 KrF
4,7 mF		1,2 hF	1200 rF	1,2 KrF
3,3 mF	m 001 F ou .001	1 hF	1000 rF	1 KrF
2,2 mF			680 rF	
1 mF			470 rF	
m68 ou .680			330 rF	
m47 ou .470			220 rF	
m33 ou .330			100 rF	
m22 ou .220			68 rF	
m1 ou .100			47 rF	
m068 ou .068			33 rF	
m047 ou .047			22 rF	
m033 ou .033			10 rF	
m022 ou .022			6,8 rF	
m01 ou .01			4,7 rF	
m 001 F ou .001			3,3 rF	
			2,2 rF	
			1 rF	