

APÊNDICE B – Produto - A eletricidade e sua história

ESCOLA:		
PROFESSOR(A):		
ALUNO(A):		
SÉRIE:	TURMA:	TURNO:

A eletricidade e sua história

RAFAEL FERREIRA LOPES

DENILSON DA SILVA BORGES

1 Como se inicia a eletrização?

Segredos da “pedra” preciosa

A história da eletricidade inicia-se a muitos anos atrás com os gregos que notaram a existência de uma substância resinosa e heterogênea que tem a capacidade de atração e repulsão através da fricção. Ele provém dos arbustos de outrora, que se erguiam sobre o solo há milhões de anos atrás, na qual esse elemento tinha a utilidade de evitar a invasão de bactérias e insetos na madeira destas árvores. Esta propriedade que não era comum em nenhum outro material já visto, passou a ser observado e analisado com mais afinco por estudiosos e filósofos dessa época, no qual foi denominado de **âmbar** que no arábico significa *Anbar*. Com uma cor amarelada, por muitos anos o âmbar também foi conhecido como *karabe* nome dado por derivação oriental que significa “que atrai palha”. Um filósofo grego que analisou as propriedades desse material foi Tales de Mileto que por volta de (640 - 546 a.C.) estudou substâncias com a mesma característica em que o âmbar apresentava no ato da fricção, como pelos de animais. Tales de Mileto em sua época além de ser filósofo, matemático, engenheiro, astrônomo e etc, passou a chamar essa pedra no grego de *elektron*, o que significa eletricidade. Tales de Mileto é apontado como um dos mais sábios da Grécia Antiga, pois se esforçava em não só em explicar, como também exemplificar a vida na natureza, de forma única. O que ajudou muito a levar a evolução filosófica daquela época. No Mar Báltico, entre a Península Escandinava e a costa da Polônia, Estônia, Letônia, Lituânia, Rússia e Finlândia. Possui, desde a era pré-histórica, a maior quantidade de âmbar.

Atividade:

1. De acordo com o texto, Relacione a 1ª coluna com a 2ª.

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| (A) Tales de Mileto | () Atritar substâncias. |
| (B) Âmbar | () Material amarelo. |
| | () Matemático, astrônomo e etc. |
| | () Conhecido como karabe. |
| | () Substancia amarelada |
| | () Tem poder de atração |

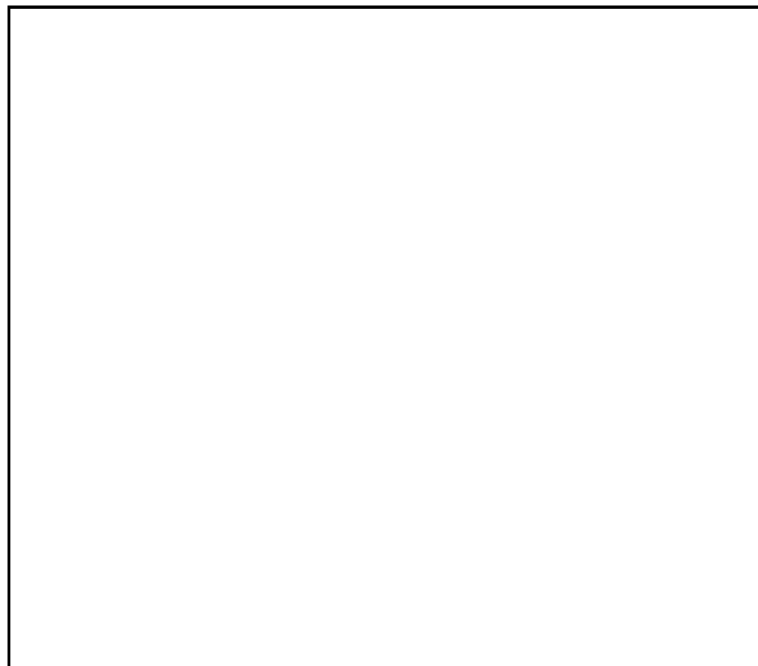
2. Quais são as características do âmbar, notada pelos Gregos?

3. Onde se concentra uma maior quantidade de âmbar e qual povo observou, que após de atritá-lo passa a atrair corpos leves?

4. Complete:

- a) _____ é apontado como um dos mais sábios da _____ .
- b) Os gregos notaram a existência de uma _____ resinosa e _____ que tem a capacidade de _____ e _____ através da _____ .
- c) Com uma cor _____ o _____ também conhecido como _____ [...] que significa “ _____ ” .

5. No quadro a seguir desenhe, um outro tipo de material que apresente a mesma característica de atração que o âmbar descrito no texto em seu cotidiano.



2 O Método de fricção

O médico e o método de atrito

O pesquisador, físico e médico inglês da rainha da Inglaterra, Elizabeth I, William Gilbert (1540 - 1603), que separava seus estudos de eletricidade e do magnetismo, introduziu importantes conceitos na física através de seus estudos sobre a eletricidade estática. Como força elétrica, atração elétrica e no magnetismo como polo magnético. Utilizando o âmbar em suas análises passou a chama-lo de “eletricidade” ele argumentava que seus métodos de fricção em “corpos” sempre apresentava a eletricidade. E muitos desses “testes”, foram experimentados para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos que estavam ocorrendo. Gilbert mostrou que o efeito elétrico em corpos não é restrito ao âmbar, mas em muitas outras substâncias que podem ser carregadas eletricamente ao serem atritadas. Um de seus importantes experimentos, foi a utilização de um frasco de vidro com uma tampa de rolha atravessada por um fio de cobre em forma de L e uma esfera de metal numa ponta. No fio colocou uma pequena folha de ouro fina que ao aproximá-lo de materiais, carregado por ser esfregada, as extremidades da folha são separadas porque foi carregado com a mesma carga fazendo com que eles se repelem nas extremidades. Foi o que fez, para que o material apresentasse uma forma de ser carregado ou não, origem do nome de condutores e isoladores e chamou esse instrumento de eletroscópio.

Atividade:

1. Para William Gilbert o âmbar foi chamado de quê e porquê?

2. Descreva o experimento citado no texto, completando a seguir:

a) Utilizando de um _____ de _____, com uma tampa _____ atravessada por um _____ de _____ em forma de L e uma _____ de _____ numa ponta.

b) No fio colocou uma _____ folha de _____, que ao aproximá-lo de _____ carregado por ser _____, as _____ da folha são separadas.

c) Porque foi _____ com a _____ carga fazendo com que eles _____ nas _____. Foi o que fez, para que o material apresentasse uma forma de ser _____ ou _____, origem do nome de _____ e _____ e chamou esse instrumento de _____.

3. Pinte abaixo os materiais que são isolantes e separe de acordo com as colunas (A) condutores e (B) isolantes ?

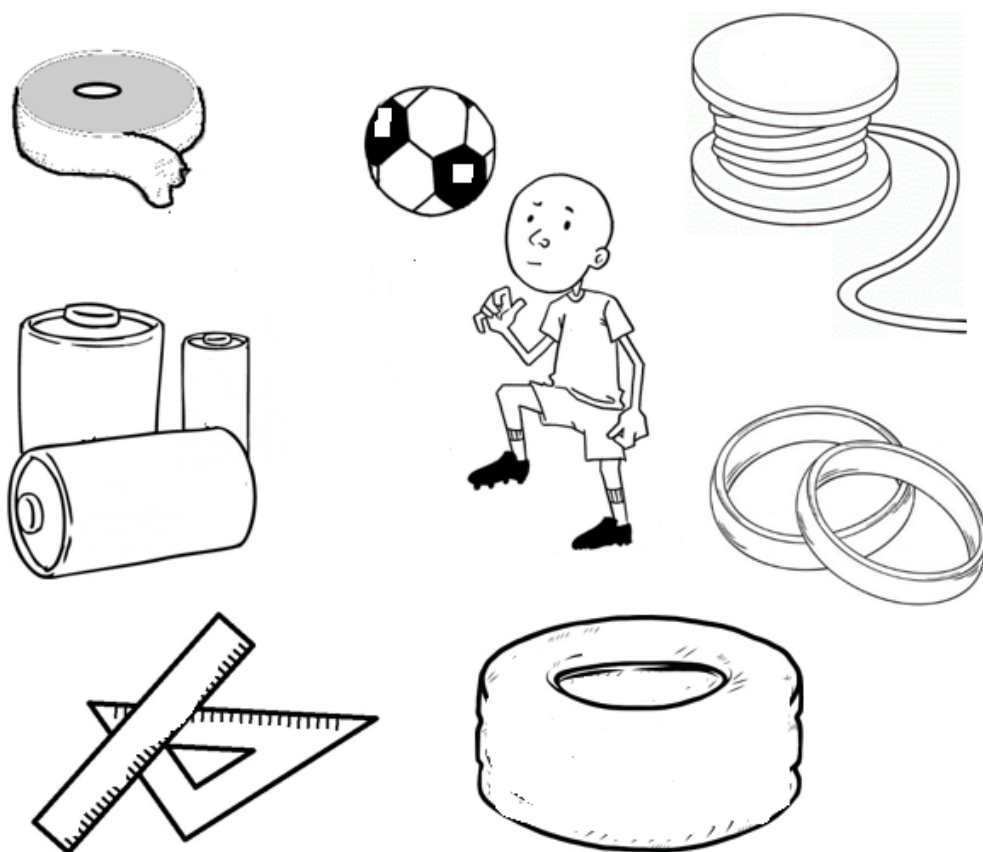


Figura 31 – Exercício - Objetos isolante e condutores

Fonte: Elaborado pelo autor

(A) condutores

(B) isolantes

4. De acordo com William Gilbert o efeito elétrico em corpos não é restrito ao âmbar.

Por quê?

5. No quadro a seguir desenhe um fato, que você observou em seu dia a dia, a necessidade de isolar um material para que não exista a passagem da eletricidade.



Qual é a necessidade de utilizar um material isolante em casa?

3 A máquina eletrostática

A máquina eletrostática

O inventor da máquina eletrostática Otto Von Guericke (1602 - 1686) que também defendeu a ideia da existência do vácuo, realizou trabalhos com esferas maciças, ocas e semi esferas. E em um de seus trabalhos mostrou que uma esfera oca partida ao meio, e depois unida de tal forma que, em seu interior o ar seja totalmente removido provou que seus hemisférios permaneciam unidos e que seria praticamente impossível de separá-los, que no entanto foram necessárias 16 cavalos para separá-las. Produzindo vácuo através de um aparato experimental que ele mesmo inventara, demonstra que o ar possui massa e a existência da pressão atmosférica. Que hoje afirmamos ser a força exercida por uma coluna de ar sobre uma unidade de área. Guericke como era chamado, observou que uma esfera de enxofre se eletriza através do atrito manual contínuo, com a mão do operador coberta por uma “luva” de lã, e a partir daí passará a manifestar propriedades elétricas de atração e de repulsão. O que fez verificar ainda a possibilidade da eletricidade passar de um corpo para outro por meio do contato, do modo que acumule cargas elétricas na superfície. Tal feito que pode se manifestar em qualquer material, é conhecido também como eletricidade estática.

Atividade:

1. De acordo com Otto Von Guericke o que é possível verificar na eletrização por contato?

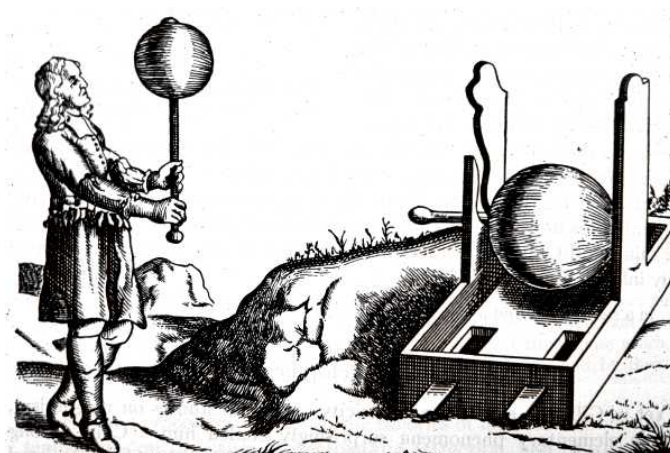


Figura 32 – Exercício - Máquina eletrostática

Otto von Guericke inventa uma máquina que produz eletricidade estática em 1660. Fonte: Extraído de (GUERICKE, 1672, p.241).

2. A eletrização produzida através do globo de enxofre que podia ser girado e friccionado, que foi utilizado por Guericke é:

- a) uma forma capaz de gerar circuito elétrico.
- b) um método utilizado para criar fluido.
- c) uma forma de criar vácuo.
- d) um método utilizado na criação da semi-esfera.
- e) uma forma capaz de manifestar propriedades elétricas.

3. O que é a eletricidade estática?

4. No texto Otto Von Guericke, extraiu totalmente o ar existente entre as esferas de aço:

- a) para que a umidade não dificultasse a união das esferas.
- b) para unir as esferas era necessário estar totalmente eletrizado.
- c) para que fosse possível separá-los com mais facilidade.
- d) Para unir as esferas pelo processo de contato.
- e) para provar que seus hemisférios permaneciam unidos e que seria praticamente impossível de separá-los.

5. De acordo com o texto o que seria vácuo?

4 O fenômeno elétrico

O relâmpago de Franklin

Em 1747 a hipótese de que o relâmpago era um fenômeno elétrico foi defendido por Benjamin Franklin (1706 - 1790), e que foi capaz de estudar a eletricidade através dos raios. Franklin originalmente queria testar suas teorias em cima de uma torre, no qual devia ser construído em uma igreja de Filadélfia. O que o levou a utilizar uma pipa móvel, ao invés de uma torre estacionária. Ele acreditava que usando a “pipa”, testaria melhor os resultados. Então Franklin preparou o seu experimento amarrando um lenço em cada uma das duas varas e cruzando-as, de comprimento calculado e idênticos. Estendendo-se verticalmente sobre um pé e ao topo da vara vertical foi um fio. O papagaio, (como é conhecido em Manaus), foi estendido para o ar por um pedaço de corda. Ao longo da cadeia do aparelho estava amarrado uma chave de metal, que neste caso, ajuda a parece conduzir a eletricidade.

Atividade:

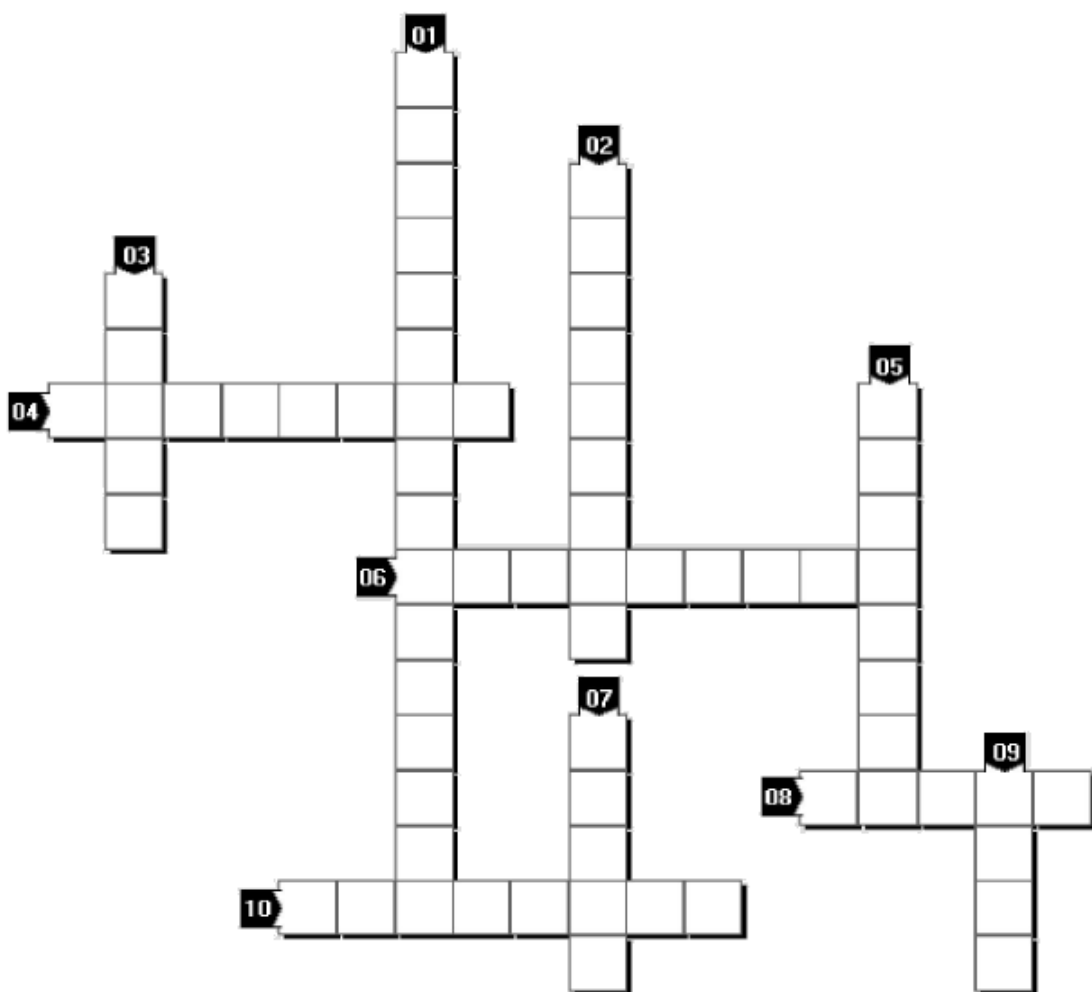
1. O que possibilitou a condução de eletricidade? Por quê?

2. Por quê é possível uma pessoa levar choque?

3. O que deveria ser utilizado por Benjamin Franklin para que a eletricidade conduzida pelo fio até sua mão, **não o levasse** ao choque elétrico? Dê exemplos:

4. Complete as palavras cruzadas:

01) Viveu entre (1706 - 1790).; 02) Varas muito parecidas.; 03) Utilizou esse material de metal que conduz eletricidade.; 04) Estendeu para o ar por um pedaço de corda.; 05) Procurou produzir em seus testes para efeito de observação da natureza o elétrico.; 06) Fenômeno elétrico defendido por Franklin; 07) O que Franklin amarrrou em cada uma das varas?; 08) Tentou primeiramente fazer seus testes em cima de uma ; 09) Estudou fenômenos elétricos através dele.; 10) Para produzir a eletricidade utilizou uma chave no experimento por ter efeito de?.



5. No quadro a seguir desenhe, uma descarga elétrica (relâmpago) que foi avistada por você, próximo de sua casa ou no bairro vizinho.



No bairro de Benjamin Franklin era possível avistar vários relâmpagos.

5 A lei de Coulomb

A balança de torção

Engenheiro de formação, Charles Augustin de Coulomb (1736 - 1806) foi principalmente físico. Idealizou a *balança de torção* que se trata de equilíbrio de tração, para viabilizar medidas com uma grande precisão feitas por forças pequenas. Na balança construída por Coulomb há uma haste que é suspensa por um fio e em cada uma de suas extremidades há uma esfera. Tomando outra haste com uma esfera também eletrizada, faz a aproximação entre as duas. Em razão da força elétrica que se manifesta nesse processo, a haste que está suspensa por um fio acaba girando, provocando dessa forma uma torção no fio. Ao medir o ângulo de torção, Coulomb conseguia determinar a força entre as esferas e após repetir várias vezes o procedimento experimental com as esferas separadas variando a distância entre elas, Coulomb acabou concluindo que a força elétrica era inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as duas esferas.

Atividade:

1. De acordo com o texto, Identifique o experimento descrito no texto.

- (a) fio de sustentação da haste.
- (b) haste com esferas na extremidade.
- (c) haste com a esfera na extremidade.
- (d) distância entre as cargas.

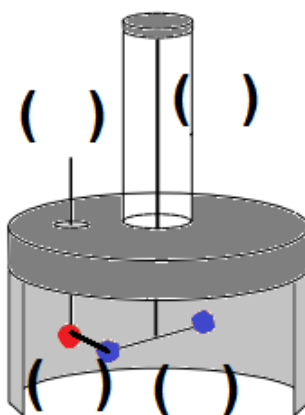


Figura 33 – Exercício - Balança de torção

Fonte: Disponível em: <http://www.mspc.eng.br> Acesso em mar. 2017.

2. De acordo com o texto, como Charles Coulomb defini, o que é força elétrica?

3. No quadro a seguir, escreva o sentido em que as setas iram apresentar na existência de duas cargas em interação. Definindo a atração e repulsão utilizando, $\Leftarrow$, $\longrightarrow$ ou $\Rightarrow$ nos espaços em branco.

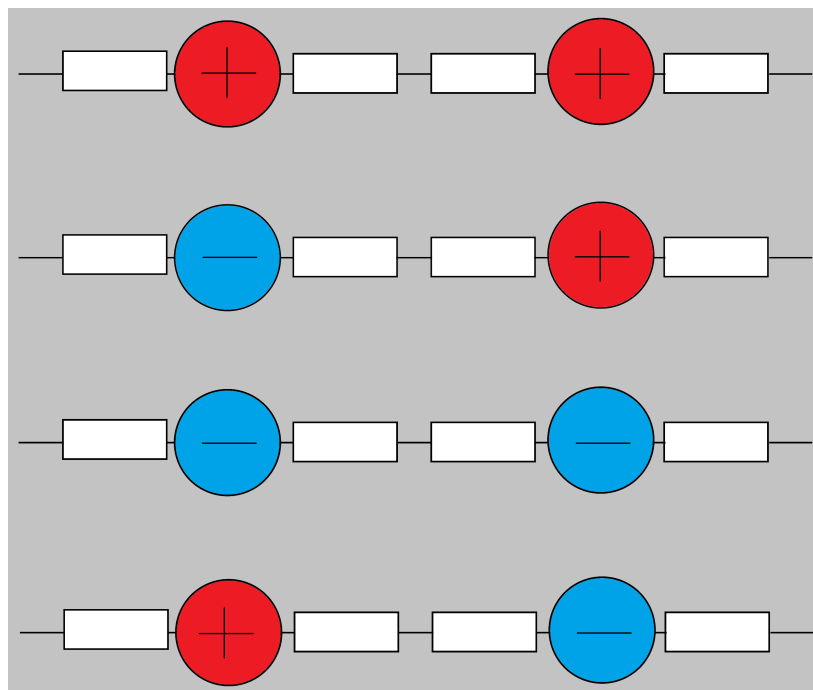


Figura 34 – Exercício - Força elétrica entre as esferas

Fonte: Elaborada pelo autor

4. Defina o significado de repulsão e atração de cargas?

5. Complete, utilizando palavras abaixo:

contatos	indução	elétricos	cargas	Darwin
formato	razão	inverso	atrito	condução
diretamente	Franklin	quadrado	vácuo	Coulomb

Para que exista interação entre as _____ é necessário a existência de, ao menos, mais de uma carga em teste no meio qualquer. E através da definição dada por Charles _____ em que afirma que, a força dessa interação é diretamente dependente da carga em relação a uma carga de prova, e ao _____ da distância que as separa ao _____. Que no caso de Coulomb essa força é calculada considerando o meio _____.

6 Alessandro Volta e Luigi Galvani

A pilha voltaica

Atualmente todo gerador que utiliza do processo químico como a “pilha voltaica”, pilha criada por Volta, é conhecida como *célula voltaica*. Colocando um disco de prata, um disco de zinco por cima e um disco de papelão embebido em uma solução de salmoura, conectando as extremidades por um fio condutor externo. Entretanto, uma das possíveis motivações que levaram Volta a construção da pilha foram as discussões sobre a teoria de eletricidade animal proposta por Luigi Galvani. Após algumas investigações, Volta estabelece experimentalmente uma relação entre certos materiais, e posteriormente elabora a teoria de contato em contraposição à teoria de eletricidade animal. A busca de Volta pelo entendimento da natureza de eletricidade gerada pelo seu eletromotor está diretamente relacionada com a construção da pilha. O que na segunda metade do século XVIII, Alessandro Volta e Luigi Galvani passaram maior parte de seu tempo tentando desvendar a veracidade de tal ocorrência. Já Luigi Galvani creditava a ocorrência de tal evento a um “fluido animal” existente no animal. Galvani também utilizou rãs em seus experimentos mais as colocava submetidas a uma forma de eletricidade que no caso passou a utilizar máquinas eletrostática em contato com os pares metálicos o que levou a observar a existência de contrações nas pernas das rãs. O que para Alessandro Volta a origem da corrente elétrica, não estava nos seres vivos mas sim no contato entre dois metais diferentes num meio ionizado.

Atividade:

1. A pilha de Alessandro Volta foi construída seguindo qual tipo de processo?

2. Qual foi o animal que Luigi Galvani utilizou para a sua descoberta? Qual animal você conhece capaz de produzir eletricidade?

3. Considere as afirmações (C) para corretas e (E) para as erradas, conforme o texto.

- () A busca de volta pela natureza da eletricidade gerada pelo eletromotor não estava relacionado a construção da pilha.
- () Galvani utilizou rãs em seus experimentos.
- () Uma das possíveis movimentação, que levou Volta a construção da pilha foi a discussão da eletricidade animal.
- () Volta estabeleceu na maior parte do seu tempo a veracidade do evento à um fluido animal como uma forma de eletricidade.
- () processo biológico foi possível obter a pilha criada por Volta, que é conhecida como célula voltaica.

4. Preencha o espaço em branco da figura com a ordem correta da distribuição de discos para a construção da pilha de volta.

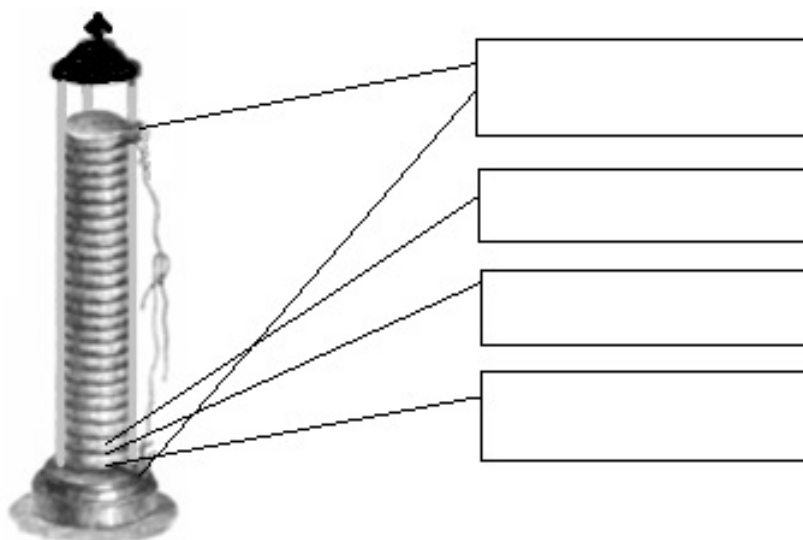


Figura 35 – Exercício - A Pilha de Volta

Fonte: Brasil Escola - Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/alessandro-volta>
Acessado e modificado em março de 2017.

5. De acordo com Alessandro Volta o que produzia a eletricidade animal?

Bibliografia:

S. L. B. Boss and J. J. Caluzi, “Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo du fay”, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 29, no. 4, pp. 635–644, 2007.

W. Gilbert, *De magnete*. Courier Corporation, 1958.

N. Marquardt, “Introduction to the principles of vacuum physics”, 1999.

GUERICKE, Otto Von. *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio Primùm à R.P. Gaspare Schotto*. Amsterdam: J. Janssonium a Waesberge, 1672, 244p.

C. C. Silva and A. C. Pimentel, “Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin”, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 25, no. 1, pp. 141–159, 2008.

A. E. Hartmann, “Coulomb e a tradição científica”, 2015.

R. S. Boni et al., “A pilha de alessandro volta (1745-1827): diálogos e conflitos no final do século XVIII e início do século XIX”, 2007.

Sites importantes:

Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física - produtos de ensino

<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas/produtos>

Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas

<http://www.sbfisica.org.br/obfep/>

Sociedade Brasileira de Física

<http://www.sbfisica.org.br/v1/>

APÊNDICE C – Produto - A eletricidade estática

ESCOLA:		
PROFESSOR(A):		
ALUNO(A):		
SÉRIE:	TURMA:	TURNO:

A eletricidade estática

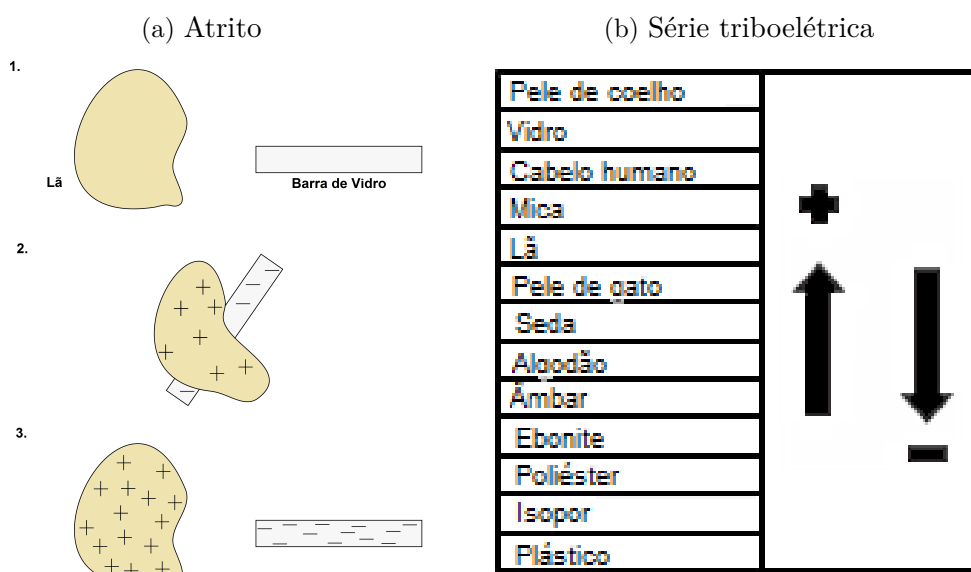
RAFAEL FERREIRA LOPES

DENILSON DA SILVA BORGES

1 Processos de eletrização

Como vimos inicialmente diversos corpos foram postos em prova com intuito de estudar as propriedades de materiais presente entre elas. Como na invenção de Otto Von Guerick que através de uma máquina que utilizava a fricção para produzir eletricidade. Stephen Gray foi um pouco mais além, analisando as propriedades de transmissão de um corpo para o outro o que levou a classifica-los em dois grupos: condutores e isolantes. E Du Fay que utilizava da eletricidade vítrea para observar o comportamento dos corpos. No entanto podemos descrever processos importantes de eletrização sem esquecer que foi através da eletricidade vítrea que representaremos o sinal positivo (+) para o excesso de carga e sinal negativo (-) para a falta de carga, no qual Benjamim Franklin as classificou afirmando que eletricidade partia do excesso (+) para a falta dela (-). Então vamos descrever três processos resultantes de inúmeras tentativas de diversos estudiosos da antiguidade.

Figura 36 – Exercício - Eletrização por atrito



Na figura (a) temos dois objetos em atrito e em (b) uma tabela. Fonte: (a) Elaborada pelo autor; (b) Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/exercicios/ifsp/2016/questao> Acesso em fev. 2017.

2 A eletrização por atrito

Classificando na forma de fricção (atrito), de contato e por indução, que são princípios da eletricidade vamos obter resultados que serão analisados através das figuras abaixo iniciaremos através do atrito pois pela história foi a primeira forma de observar a ocorrência da eletricidade. Em que consiste em obter um corpo eletrizado através a fricção de um corpo A com outro B. como por exemplo: Se friccionarmos um um pedaço de lã e uma barra de vidro existirá a passagem de elétrons do vidro para a lã, que ao final do processo ficam com sinais positivo e negativo respectivamente.

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Uma toalha de rosto;
2. Dois balões;
3. Dois espetos de fruta.

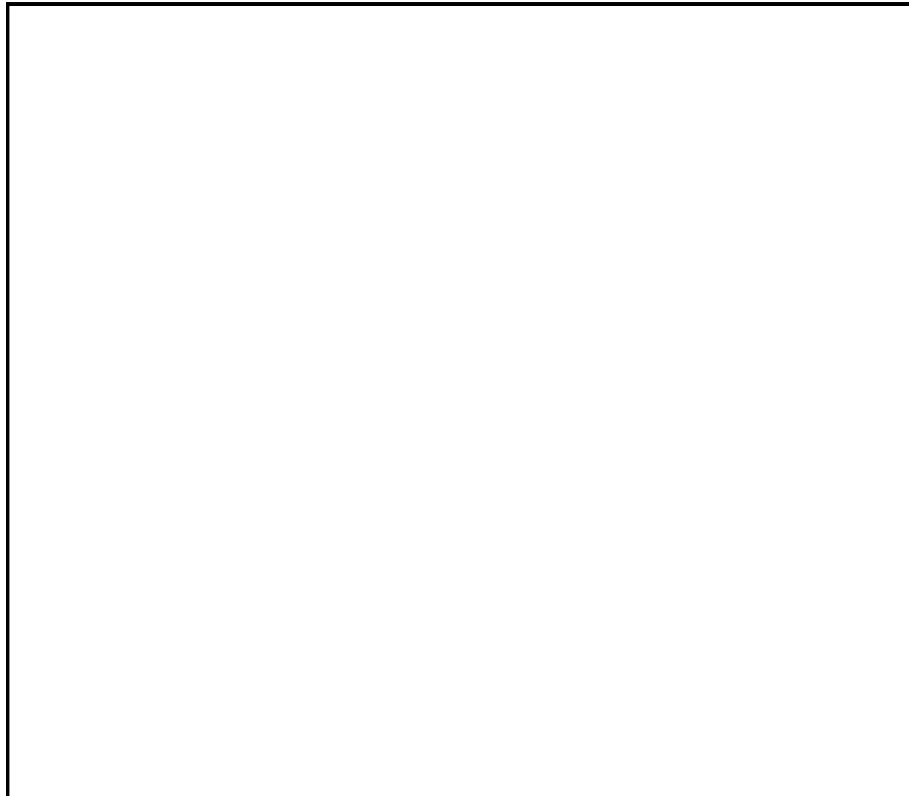
Montagem:

- a) Encher os balões e amarrar os balões em separado em cada espeto;
 - b) Atritar um dos balões com a toalha de rosto e fazer a mesma coisa com o segundo balão;
 - c) Aproximar os balões.
- o Descreva o resultado obtido no experimento:

Responda:

1. Ao pentearmos nossos cabelos utilizamos diferentes tipos de pente. Os mais comuns são os de plástico e os de madeira. Qual processo de eletrização utilizamos ao pentearmos o cabelo? e qual dos dois (cabelo e pente) se apresenta eletricamente positivo?

2. No quadro abaixo divida em quatro pequenos quadrados iguais fazendo uma cruz ao meio, e depois desenhe os quatro momentos citados, durante o experimento.



3. Em noites com ambiente em que a temperatura se apresenta muito baixa é comum utilizarmos cobertores, quando estamos deitados na cama. E ao nos mexermos o cobertor que está em contato com nossa pele acaba sendo atritado. É possível no decorrer de todo esse atrito, algum tipo de descarga elétrica?

4. Em noites com ambiente em que a temperatura se apresenta muito baixa é comum utilizarmos cobertores, quando estamos deitados na cama. E ao nos mexermos o cobertor que está em contato com nossa pele acaba sendo atritado. É possível no decorrer de todo esse atrito, algum tipo de descarga elétrica?

5. Ao atritarmos os objetos da figura a baixo em pares, será possível observar que por atrito todos, depois de separados, estarão eletrizados. De acordo com a série triboelétrica, liste abaixo os objetos que ao atritar está eletricamente positivo e eletricamente negativo.



Figura 37 – Exercício - Objetos em atrito

Fonte: <http://cienciasentreciencias.blogspot.com.br/2011/04/o-que-e-ambar.html> Acessado e modificado em fev. 2017

Positivo

Negativo

3 A eletrização por contato

Para o processo de eletrização por contato, no geral é possível observar somente em corpos que continham substâncias capazes de o possibilitar a condução de eletricidade. Que no caso de condutores metálicos possuem elétrons livres fazendo que existisse a possibilidade de movimenta-se livremente em suas superfícies. Então é necessário que um corpo esteja inicialmente eletrizado para que exista a capacidade de transportar elétrons para outro corpo. Se ambos os corpos estiverem eletrizados, a troca de elétrons afetará as quantidades finais. Então é comum eletrizarmos um corpo que esteja eletricamente neutro.

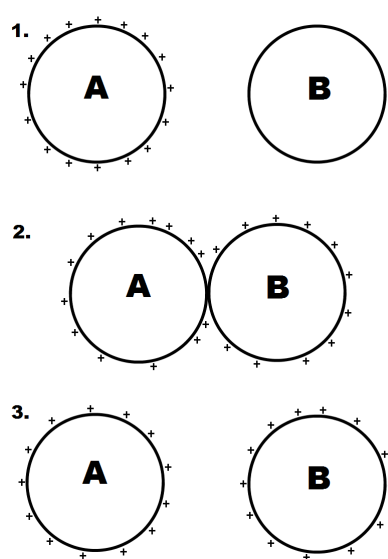


Figura 38 – Exercício - Eletrização por contato

Fonte: Elaborada pelo autor

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Duas bolas pequenas de isopor;
2. Papel de alumínio;
3. Toalha de rosto.

Montagem:

- a) Envolver as duas bolas de isopor com o papel de alumínio;
- b) Atritar uma das bolas com o pano de lã;
- c) Aproximar, até tocar na segunda esfera e depois separar;

d) Repetir a aproximação mais uma vez.

o Descreva o resultado obtido no experimento:

Responda:

1. Ao colocarmos em contato duas esferas metálicas, ambas iram apresentar cargas diferentes, da carga que inicialmente, antes do contato, apresentam. Uma representação matemática foi descrita abaixo, mostrando o antes e durante do contado. Qual é o valor das esferas A e B, após o contato?

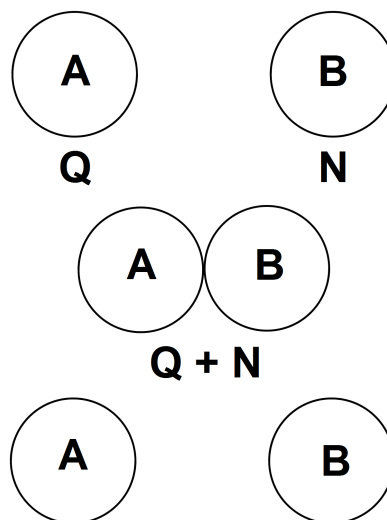


Figura 39 – Exercício - Esferas em contato

Fonte: Elaborado pelo autor.

- a) ambas ficam com $2Q$
- b) a esfera A apresenta $2Q$
- c) a esfera B apresenta Q
- d) ambas ficam com $\frac{Q}{2}$

e) as esferas A e B ficam $\frac{Q}{4}$

2. Imagine a existência de duas esferas perfeitamente redondas com o mesmo diâmetro e de mesmo material. Se uma das esferas, que a chamaremos de A, estiver eletricamente carregada com carga positiva e a segunda esfera, a esfera B, estiver apresentar eletricamente neutra ao entrarem em contato e depois separados eles ficaram eletrizados com cargas eletricamente positivas, negativas ou neutras?

3. Calcule:

Uma esfera A eletricamente carregada com uma carga $\frac{Q}{2}$ é posta em contato com outras duas esferas B e C idênticas, com cargas Q e -Q, seguindo os contatos abaixo:

1. a esfera A toca a esfera B;
2. a esfera B toca a esfera C;
3. a esfera C toca a esfera A.

Responda qual é o novo valor de A, B e C, após o contato?

Cálculo:

4. O que acontece se tivermos duas esferas inicialmente postas em contato tendo uma delas carregado negativamente e a outra com o diâmetro menor do que a esfera carregada?

5. Complete de acordo com o texto:

Que afirma, que no caso de _____ metálicos possuem elétrons _____ fazendo que existisse a possibilidade de _____ livremente em suas superfícies. Então é necessário que um corpo esteja _____ eletrizado para que exista a capacidade de _____ elétrons para outro corpo. Se ambos os corpos estiverem eletrizados, a troca de elétrons afetará as _____ finais. Então é comum eletrizarmos um corpo que esteja eletricamente _____.

4 A eletrização por indução

Para o processo de indução elétrica os corpos que são utilizados dois corpos de forma que um corpo deve apresentar a eletrização e o outro deve está neutro. Os corpos necessariamente não precisam ser de um mesmo material mais o transporte de cargas não é suficiente para uma eletrização final, sendo assim necessário um terceiro agente que interaja que o corpo que será eletrizado, para que realmente ocorra a eletrização. Esse corpo externo servirá como um fio terra para possibilitar a passagem de cargas que foram postas em repulsão e assim possibilitando a eletrização do segundo corpo e consequentemente o terceiro. Iremos observar melhor como ocorre esse tipo de eletrização através do exemplo.

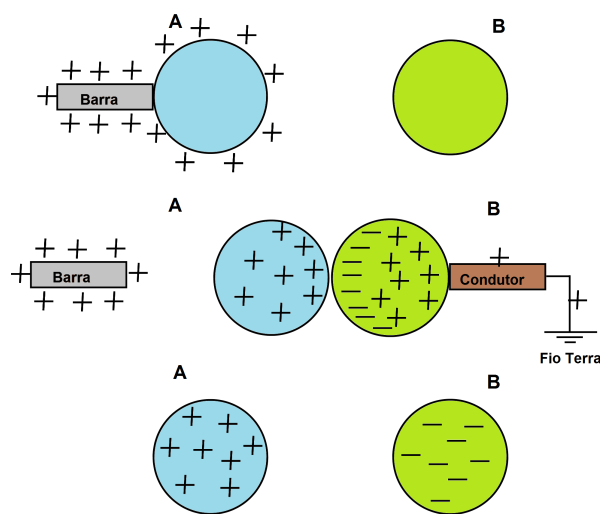


Figura 40 – Exercício - Eletrização por indução

Fonte: Elaborado pelo autor.

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Três balões;
2. Linha de algodão;
3. Dois espetos.

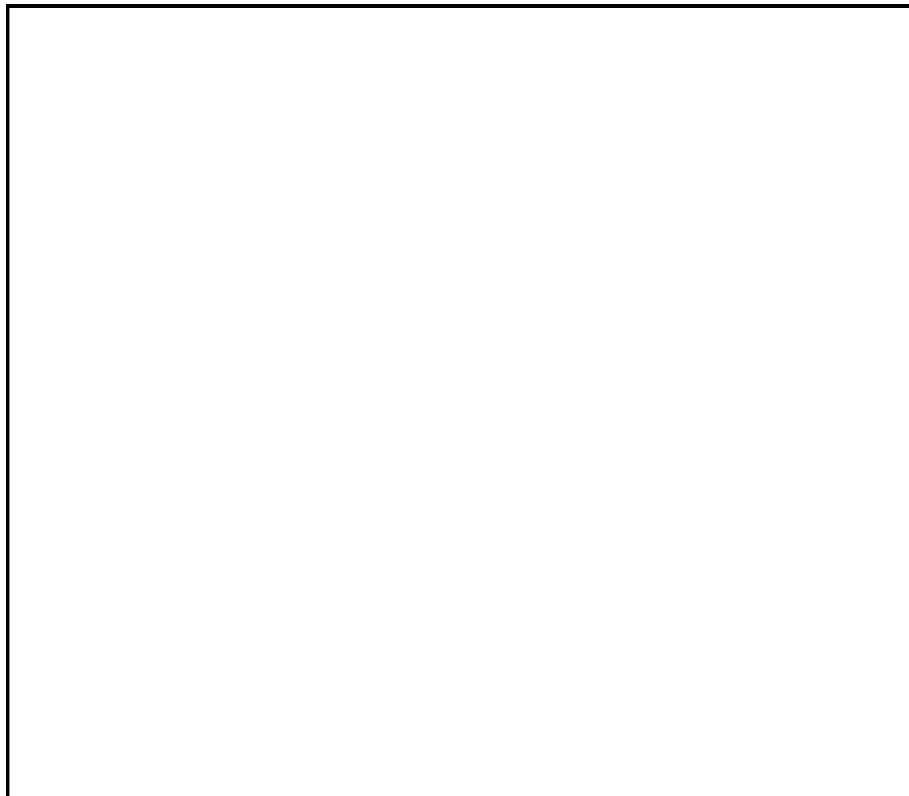
Montagem:

- a) Encher os dois balões com ar;
- b) Amarar os balões separadamente em um espeto;
- c) Atritar um dos balões com a toalha de rosto;

- d) Aproximar o balão **A** eletrizado sem tocar o segundo balão **B** e ao mesmo tempo tocar um terceiro balão **C** ao balão **B**;
- e) Separe o balão **C** do balão **B** e depois retire o balão **A**.
- o Descreva o resultado obtido no experimento:

Responda:

1. No quadro abaixo desenhe a função do fio terra presente nos para raios.



2. Para o processo de indução elétrica na atividade experimental é necessário quantos corpos. E por quê?

3. Indique (V) para verdadeiro e (F) para Falso nas as alternativas abaixo, sobre o que ocorreu na atividade experimental.

() O barra que serve como fio terra não é necessário para possibilitar a passagem de cargas.

() Um corpo deve apresentar eletrização e o outro deve estar neutro para o processo de indução elétrica.

() Para que dois corpos tenham a mesma eletrização no final basta utilizar o processo de indução e não é necessário serem do mesmo material.

() Um corpo externo servirá como fio terra para possibilitar a passagem de cargas.

4. Conforme o texto o que você apreendeu sobre eletrização por indução?

5. Um corpo A eletrizado positivamente entra em contato com outro corpo B inicialmente neutro conforme a figura abaixo, houve uma indução elétrica ou precisou de um terceiro corpo? Justifique.

5 Notação científica

Potência de base 10, ou notação científica.

Para continuarmos nossos estudos utilizaremos algumas representações matemáticas necessárias para uma melhor compreensão da interação elétrica.

Tipos de notação que serão utilizadas:

⇒ Para números muito grande:

Ex: 720000000 será escrito como $7,2 \times 10^8$

⇒ Para números muito pequeno:

Ex: 000000072 será escrito como $7,2 \times 10^{-8}$

Os números representados ao lado da base 10 (Ex: 7,2) estarão sempre entre 0 e 9.

Multiplicação de notação

Multiplique os termos (números) que estão ao lado da base 10, repita a base e some os expoentes.

Ex: $A \times 10^B \cdot C \times 10^D = (A \cdot C) \times 10^{B+D}$

$$3,0 \times 10^7 \cdot 2,0 \times 10^6 = 6,0 \times 10^{13}$$

Divisão de notação

Divida os termos (números) que estão ao lado da base 10, repita a base e subtraia os expoentes.

Ex: $\frac{A \times 10^B}{C \times 10^D} = \frac{A}{C} \times 10^{B-D}$

$$\frac{6,0 \times 10^5}{3,0 \times 10^6} = \frac{6,0}{3,0} \times 10^{5-6} = 2,0 \times 10^{-1}$$

6 Intensidade da força elétrica

A força elétrica entre as cargas

A existência de cargas positivas e negativas em um corpo foram estabelecidas por Benjamin Franklin como cargas positivas para prótons e de cargas negativas para os elétrons, e esse corpos eram capazes de gerar campos estáticos devido a uma distribuição de cargas estáticas que para Augustin Coulomb só era possível através de forças resultantes de fluidos que poderiam ser atrativa e repulsiva. Coulomb utilizava suas ferramentas experimentais para analisar a ocorrência fenomenológica presente nos corpos e com a construção de uma balança de torção procurou quantizar a existência dessa força. Então utilizando as cargas como mesmo sinal observou a repulsão das esferas e com as cargas com sinais diferentes a repulsão recorrente. o que se observa na figura abaixo.

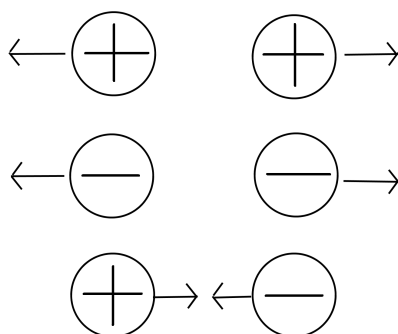


Figura 41 – Exercício - Força elétrica entre as cargas

Fonte: Elaborado pelo autor

$$F = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

Temos, de acordo com Coulomb:

$F \rightarrow$ Força elétrica; Q_1 e $Q_2 \rightarrow$ Cargas elétrica; $d \rightarrow$ distância entre as cargas; $K_0 \rightarrow$ Constante eletrostática no vácuo.

Boa parte das unidades utilizadas são tiradas de de nomes de grandes cientistas que contribuíram bastante para o desenvolvimento do estudo de determinada grandeza, como uma forma de homenagens.

Temos então no Sistema Internacional (S.I):

$F \text{ (Força)} \Rightarrow N \text{ (Newton)}$
$Q \text{ (Carga)} \Rightarrow C \text{ (Coulomb)}$
$d \text{ (distância)} \Rightarrow m \text{ (metros)}.$

Para k_0 (constante eletrostática) temos,

$$F = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$
$$1N = k_0 \frac{1C \cdot 1C}{1m^2}$$
$$k_0 = 1 \frac{N \cdot m^2}{C^2},$$

que é a unidade utilizada para a constante eletrostática no vácuo.

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Uma toalha de rosto de lã;
2. Três bolas de isopor pequenas;
3. Dois espetos;
4. Linha de algodão;
5. Papel de alumínio.

Montagem:

- a) Cobrir as três bolas com papel de alumínio.
 - b) Amarar as duas bolas com o fio, e em seguida na outra extremidade amarrar-os no espeto e suspender o espeto com o fio.
 - c) Espetar a outra esfera e depois atritar a esfera com pano de lã.
 - d) Tocar com a esfera **C** as esferas **A** e **B** e depois afastar **C**.
 - e) Aproximar novamente a esfera **C** da esfera **A**.
 - f) Aproximar novamente a esfera **C** da esfera **B**.
- o Descreva o resultado obtido no experimento:

Responda:

1. Para o cálculo do campo elétrico, substitua os valores do quadro abaixo nos espaços da fórmula abaixo:

$3,0 \times 10^9 \text{ N/C}$	$6,0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
$6,0 \times 10^3 \text{ m}^3$	$9,0 \times 10^9 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$	$4,0 \times 10^9 \text{ N}$
$4,0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$2,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	$2,0 \times 10^9 \text{ m}$

$$F = \frac{\boxed{} \boxed{} \boxed{}}{\boxed{}^2}$$

2. Temos na teoria descrita por Coulomb que a força é inversamente dependente da distância entre as cargas, o que isso significa?

3. Quais são as unidades utilizada pelas cargas, pela força e são unidades com homenagem a quais cientistas?

4. Para quê utilizamos a constante eletrostática no vácuo (k_0)?

5. Qual é a força resultante presente entre duas cargas elétricas que estão com $2,0 \times 10^{-3}$ C e $3,0 \times 10^{-5}$ C, respectivamente, com distância de 200 cm entre elas. sabendo que a constante eletrostática seja de $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$?

Cálculo:

7 O campo elétrico

O campo elétrico gerado pelas cargas

O conceito de campo, proposto por Michael Faraday foi uma das maiores descobertas de sua história, por ser sua maior contribuição no avanço da ciência. Apesar de ter feito mais de 10 mil experimentos ao longo de sua vida, quando propôs que o campo era apresentado por *linhas de forças invisíveis dispostas no espaço* as dificuldades de compreender a ação da força magnética por exemplo foram eliminadas. Observando o comportamento da linhas de força que eram formadas ao redor do ímã, que estavam saindo do polo norte e convergindo ao polo sul. ele assemelhou a uma disputa entre as linhas de forças, o que concorre a, linhas de forças que eram iguais eram ditas com mesmo sentido e as linhas que não fossem iguais ditas com sentidos contrários.

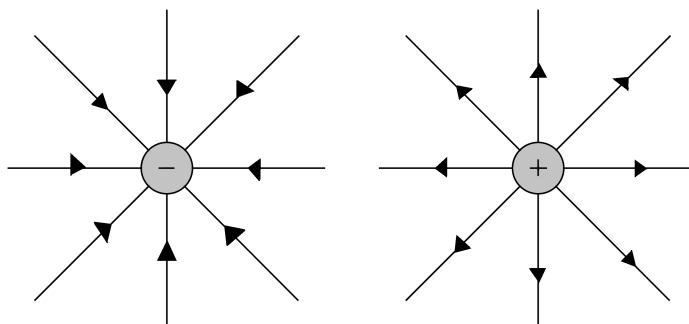


Figura 42 – Exercício - Campo elétrico gerado por cargas positiva e negativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

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

Temos:

$E \rightarrow$ Campo elétrico;

$Q \rightarrow$ Cargas elétrica;

$d \rightarrow$ Distância entre as cargas;

$k_0 \rightarrow$ Constante eletrostática no vácuo.

Para analisar o campo elétrico basta ter uma carga elétrica em relação a um ponto p qualquer.

Unidades no Sistema Internacional (S.I):

E (Campo) $\Rightarrow$ N/C (Newton/Coulomb);
 Q (Carga) $\Rightarrow$ C (Coulomb);
 d (distância) $\Rightarrow$ m (metros);
 k_0 (constante eletrostática) $\Rightarrow$ Nm²/C² (Newton metro ao quadrado/Coulomb ao quadrado).

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Uma folha de papel A4;
2. Dois ímãs pequenos;
3. Limalha de ferro.

Montagem:

- a) Coloque os ímãs sob uma mesa plana com 10cm de distancia entre eles;
 - b) Sobre os ímãs coloque a folha de papel A4;
 - c) Mexa o papel para espalhar bem a limalha de ferro sob a superfície.
- o Descreva o resultado obtido no experimento:

Responda:

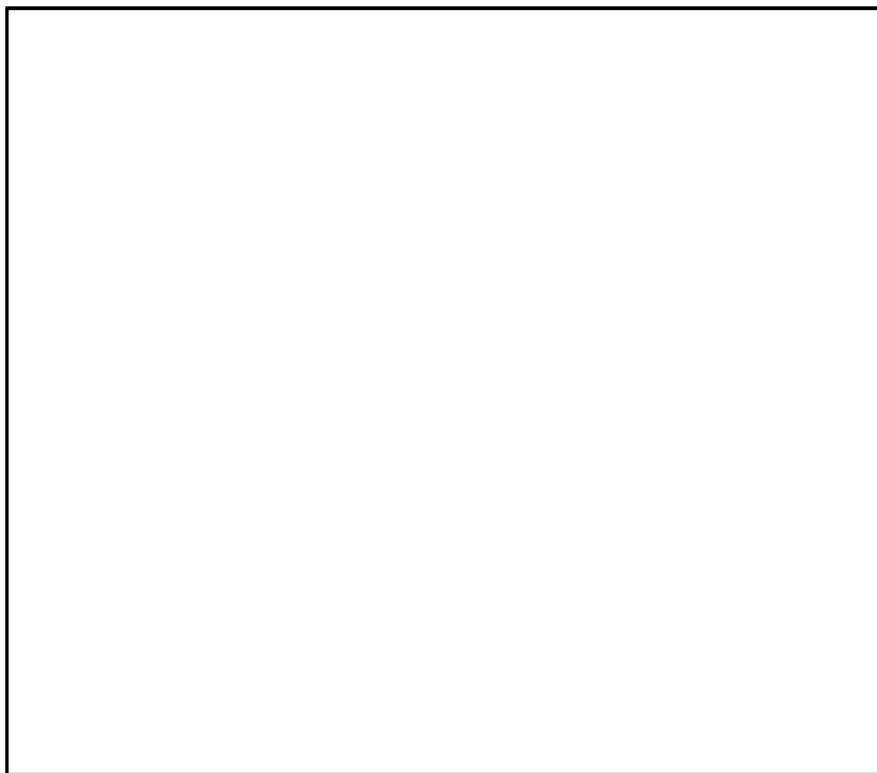
1. Qual é o valor da constante eletrostática no vácuo k_0 e em que condição o campo elétrico também pode utilizar o mesmo valor da constante eletrostática no vácuo k_0 , que é utilizado para calcular a força elétrica?

2. Para o cálculo do campo elétrico, substitua os valores do quadro abaixo nos espaços da fórmula do campo elétrico:

$3,0 \times 10^9 \text{ N/C}$	$6,0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
$6,0 \times 10^3 \text{ m}$	$9,0 \times 10^9 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$	$4,0 \times 10^9 \text{ N}$
$4,0 \times 10^{-6} \text{ Kg}$	$2,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	$2,0 \times 10^9 \text{ m}^2$
$7,0 \times 10^9 \text{ } ^\circ\text{C}$	$6,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	$9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2$

$$E = \frac{\boxed{} \boxed{}}{\boxed{}^2}$$

3. No quadro abaixo desenhe como seria o campo gerado por uma carga positiva em uma superfície S plana.



4. Complete corretamente utilizando as palavras no interior do retângulo:

contrário	polo norte	disputa	avanço	Darwin
ímã	linhas de força	Michael Faraday	história	
diretamente	Franklin	mesmo sentido	campo	
condução	polo sul	mesma direção	matemática	

O conceito de _____, proposto por _____ foi uma das maiores descobertas de sua _____, por ser sua maior contribuição no _____ da ciência. Observando o comportamento das _____ que eram formadas ao redor do _____, que estavam saindo do _____ e convergindo ao _____. ele assemelhou a uma _____ entre as linhas de forças, o que concorre a, linhas de forças que eram iguais eram ditas com _____ e as linhas que não fossem iguais ditas com sentidos _____.

5. Calcule a intensidade do campo elétrico que foi gerado por uma carga de $3,0 \times 10^{-6}$ C, que está a uma distância de 300 cm de um ponto p. (dado: $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Cálculo:

Bibliografia:

Biscuola, Gualter José. Física 3: Gualter José Biscuola, Newton Villas Bôas, Ricardo Helou Doca – 2. ed. - São Paulo : Saraiva, 2013.

Gowdak, Demétrio Ossowski. Ciências novo pensar – Edição renovada, química e física, 9º. ano: Demétrio Ossowski Gowdak, Eduardo Lavieri Martins. –1.ed.- São Paulo: FTD, 2012.

Luz, Antônio Máximo Ribeiro da. Física contexto e aplicações : ensino médio / Antônio Máximo Ribeiro da Luz, Beatriz Alvarenga Álvares. - 1. ed. -São Paulo: Scipione, 2013.

Ramalho Junior, Francisco, 1940 - Os fundamentos da física / Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares,-9. ed. rev. e ampl. - São Paulo: Moderna, 2007.

Silva, Claudio Xavier da. Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna / Claudio Xavier da Silva, Benigno Barreto Filho. - 1.ed - São Paulo: FDT, 2010 (Coleção de física aula por aula: v.3).

Sites importantes:

Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física - produtos de ensino

<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas/produtos>

Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas

<http://www.sbfisica.org.br/obfep/>

Sociedade Brasileira de Física

<http://www.sbfisica.org.br/v1/>

APÊNDICE D – Produto - Cargas em movimento

ESCOLA:		
PROFESSOR(A):		
ALUNO(A):		
SÉRIE:	TURMA:	TURNOS:

Cargas em movimento

RAFAEL FERREIRA LOPES

DENILSON DA SILVA BORGES

1 Corrente elétrica

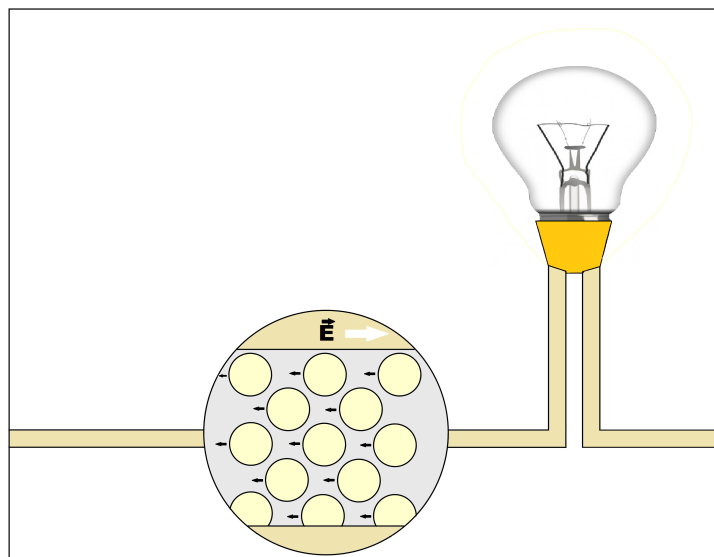
As cargas elétricas em movimento

Quando a carga elétrica se movimenta, possibilita a transmissão de energia através de materiais condutores de eletricidade. Com a ocorrência desse movimento também é possível analisar o campo elétrico gerado no decorrer desse movimento, que também possibilita o aparecimento de um campo magnético, mas nesse campo os valores são bastante pequenos em comparação com o campo elétrico

Corrente elétrica

O campo elétrico presente no fio produz uma força na cargas elétrica que estão no fio condutor. A fonte *fem* “empurra” as cargas por dentro delas aumentando suas energias potenciais elétricas que ao chamarmos de corrente elétrica por possibilitar a transmissão de energia através de cargas elétricas, essa corrente tem o mesmo sentido do campo elétrico gerado internamente.

Figura 43 – Exercício - Cargas elétricas em movimento



Fonte: Silva, José Alves da. 2000.

A corrente elétrica é diretamente dependente da passagem da carga Q em razão da taxa temporal t , na qual pode ser descrita matematicamente como

$$i = \frac{Q}{t}.$$

A corrente elétrica **i** tem como unidade fundamental no Sistema Internacional de Unidade apresentada como **A (Ampère)** em homenagem ao físico francês André Marie Ampère.

Temos então,

$$1A = \frac{1C}{s}.$$

Que por extenso lemos (um Ampère é igual a um Coulomb por segundo).

Atividade Experimental:

Materiais:

A montagem será realizada pelos alunos com o acompanhamento do professor

1. Bolas de gude;
2. 2 metros de mangueira 3/4"transparente;
3. 1 balão;
4. 1 garrafa pet 2 litros.
5. Fita adesiva.

Montagem:

- a) Encher a mangueira totalmente com bolas de gude em uma superfície plana.
- b) Colocar 3 ou 4 bolas de gude no interior do balão e depois prender a boca da mangueira com o balão e passar a fita crepe para que não saia.
- c) Na outra extremidade da mangueira amarrar com a frita crepe a boca da garrafa pet em volta da boca da mangueira.
- d) Fazer um pequeno furo na garrafa pet.
- e) Amassar a garrafa pet, sucessivamente.

o Descreva o resultado obtido no experimento:

Responda:

1. No quadro abaixo divida em quatro pequenos quadrados iguais fazendo uma cruz ao meio, e depois desenhe os quatro momentos citados, durante o experimento.

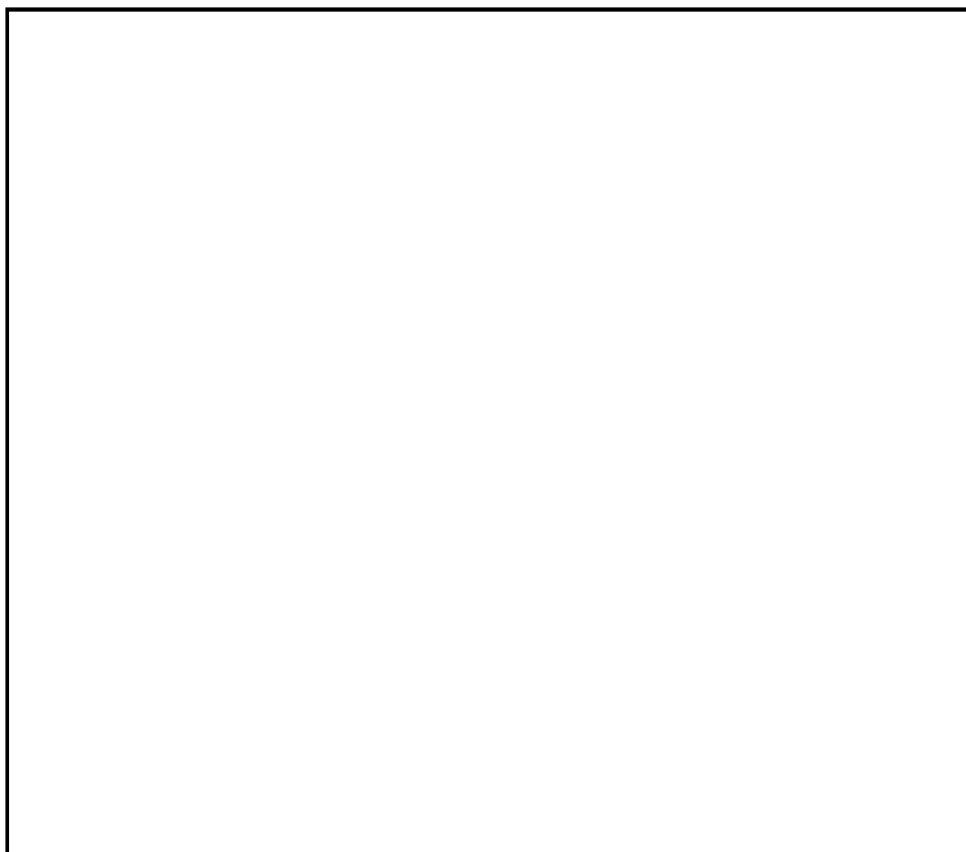


2. Qual é o sentido do ar para que enche completamente o balão?

3. Quando a corrente percorre um fio ele percorre o mesmo sentido das cargas elétricas? Justifique.

4. A passagem de corrente elétrica nos meios condutores como por exemplo, o fio de cobre, é devido a condutividade do material. Explique por quê a madeira é considerada um material isolante?

5. Desenhe no quadro abaixo, de como se daria o comportamento das cargas elétricas no interior de um fio condutor de eletricidade. E responda se por esse fio estiver um número N de 5×10^6 elétrons em 5 segundos, qual será a intensidade de corrente i presente? dado o valor da carga elementar encontrada por Millikan $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.



Cálculo:

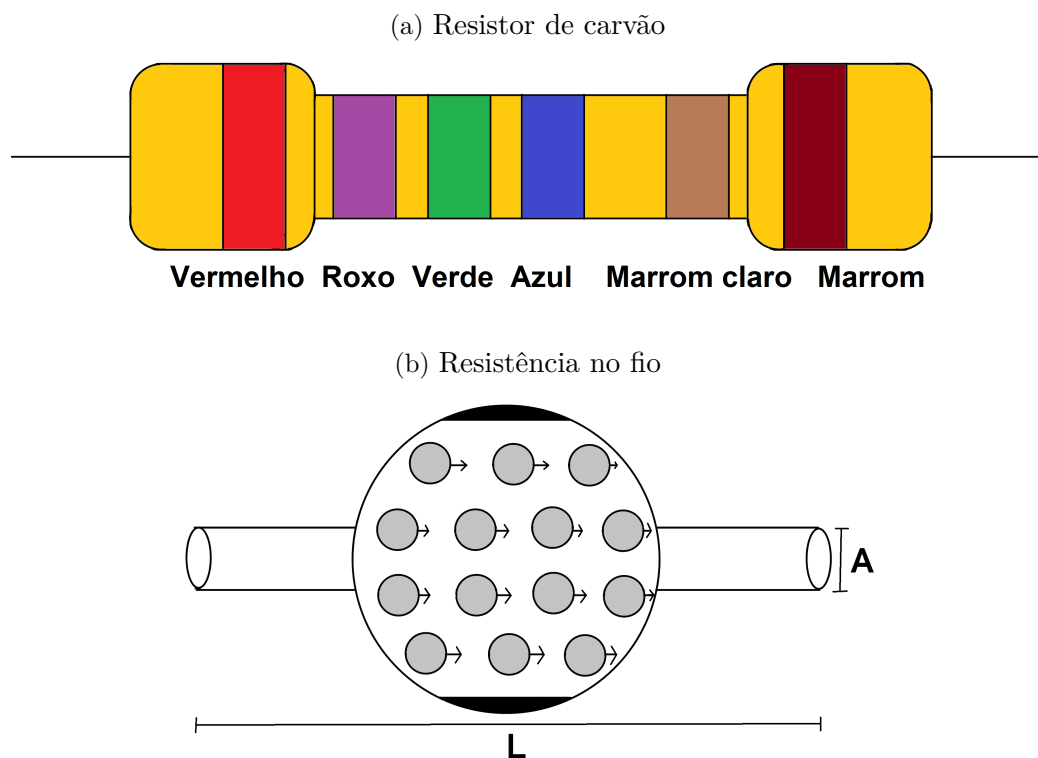


2 A resistência elétrica

A resistência elétrica

Assim, para as gotas de ar em contato com a água, os obstáculos dificultam a passarem pelo interior da mangueira, pois sofrem pela presença de atrito, fazendo com que haja uma diminuição em sua velocidade, a corrente elétrica sofre uma reação que chamamos de *resistência elétrica*. E o que observamos agora é que todo material condutor de alguma forma apresenta uma resistência no momento da passagem de corrente elétrica. A corrente quando passa pelo interior desse material está sujeita também a uma diferença de potencial frequente. Essa diferença de potencial que será chamada de *tensão* é diretamente proporcional a corrente elétrica e a sua resistência.

Figura 44 – Exercício - Tipos de resistores



Fonte: Elaborado pelo autor.

Matematicamente falando, temos

$$V = Ri.$$

Que na Lei de Ohm pode ser escrita como,

$$R = \frac{V}{i}.$$

Temos como unidade no Sistema Internacional (S.I):

$$\begin{aligned} V \text{ (tensão)} &= \mathbf{V} \text{ (volts)} \\ i \text{ (corrente)} &= \mathbf{A} \text{ (ampère)} \\ R \text{ (resistor)} &= \frac{V}{A} = \Omega \text{ (Ohm)}. \end{aligned}$$

Para o resistor a unidade Ω (Ohm) é em homenagem a Georg Simon Ohm. Responsável em conceituar a resistência elétrica.

Em um fio condutor a dependência é maior, pois o resistor R é diretamente dependente do tipo de resistividade do material condutor utilizado e do seu comprimento e inversamente proporcional a área de seção na qual atravessa a corrente elétrica. O que pode ser deduzido como:

$$R = \rho \frac{L}{A}.$$

Temos como unidade no Sistema Internacional (S.I):

$$\begin{aligned} R \text{ (resistor)} &= \Omega \text{ (Ohm)}; \\ \rho \text{ (resistividade do material)} &= \Omega \cdot \text{m} \text{ (Ohm} \cdot \text{metro)}; \\ L \text{ (comprimento do fio)} &= \text{m} \text{ (metro)}; \\ A \text{ (área de seção do fio)} &= \text{m}^2 \text{ (metro quadrado)}. \end{aligned}$$

Para a representação da unidade da resistividade do material condutor partimos por: $R = \rho \frac{L}{A}$ que isolando ρ , e substituindo as unidades do Resistor R , da Área A e do comprimento do fio L , temos,

$$\begin{aligned} \rho &= 1 \frac{R \cdot A}{L} \\ \rho &= 1 \frac{\Omega \cdot \text{m}^2}{\text{m}} \\ \rho &= 1 \Omega \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Um rodo de papel higiênico;
2. Duas folhas de papel A4;
3. Um tubo de cola;
4. Um espeto de churrasco;

5. Lápis de cor;
6. Régua de 30 cm.

Montagem:

- a) Partir ao meio o papel A4 e em uma das folhas partida ao meio, desenhar um retângulo em pé próximo as extremidades do papel. E da esquerda para direita desenhar mais três retângulos em pé com distância de 1 cm uma da outra.
- b) Pintar os retângulos, utilizando cores que obedecem o código de cores do resistor de carvão.
- c) Partir ao meio o papel A4 e colar na área circular de cada extremidade do rodo de papel higiênico, e com bastante cuidado atravessar pelo centro do interior do rodo de papel de uma extremidade a outra o espeto;
- d) Colar a folha de papel em que os retângulos estão desenhado envolvendo o rodo de papel;
- e) Deixe secar.

o Descreva os resultados obtidos no experimento:

Responda:

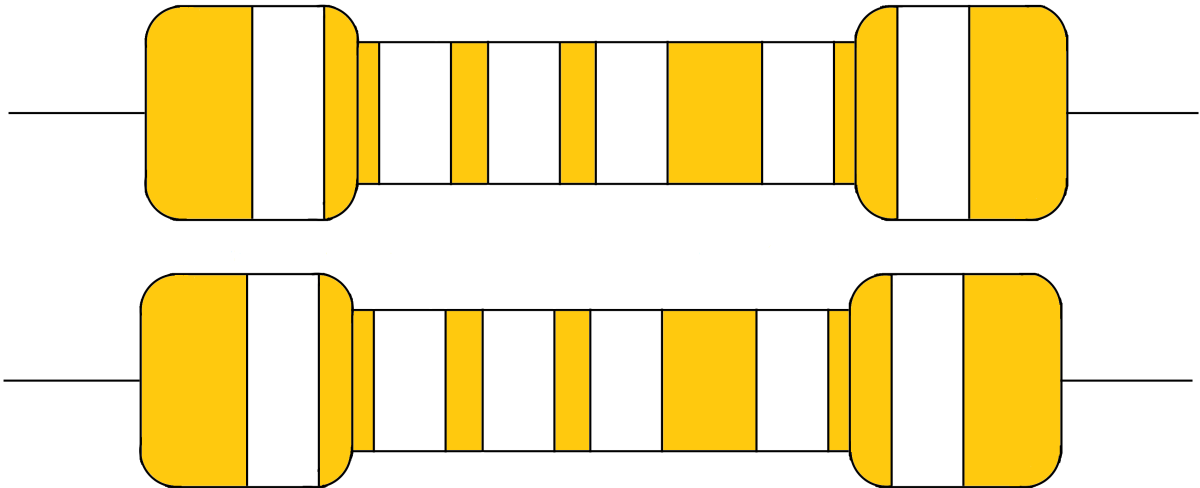
1. O que pode ser feito, para que a resistência, em que a corrente esteja sofrendo diminua?

2. Quando a corrente elétrica passar por um fio condutor ele sofre resistência devido a quê?

3. Pinte abaixo as cores do resistor correspondente aos valores da figura 41:

a) $276\Omega \pm 5\% 50\text{ppm}$

b) $465\Omega \pm 2\% 100\text{ppm}$



4. É importante conhecer a resistividade ρ presente nos materiais. No cobre a sua resistividade elétrica é de $1,7 \times 10^{-2} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ sem o fio tiver o comprimento de 0,60 m com uma área de $4,0 \text{ mm}^2$, calcule a resistência elétrica sofrida pela corrente no momento em que ela atravessa o fio.

Cálculo:

5. Calcule o valor da resistência elétrica presente em um fio que tem a tensão de 15 V (volts) quando atravessa uma corrente de 0.1 A (Ampère).

Cálculo:

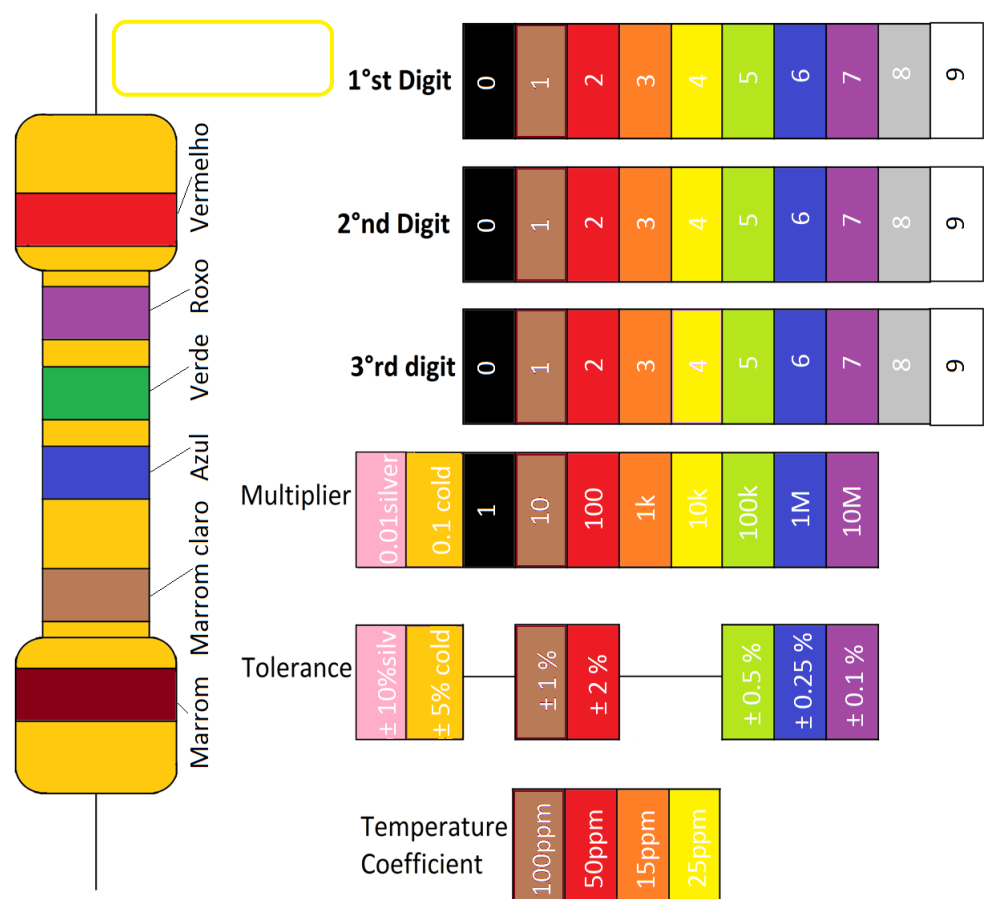


Figura 45 – O resistor e o código

Fonte: <http://euexplicolhe.blogspot.com.br/2011/04/codigo-de-cores-de-resistencias.html> Acessado e modificado em fev. 2017

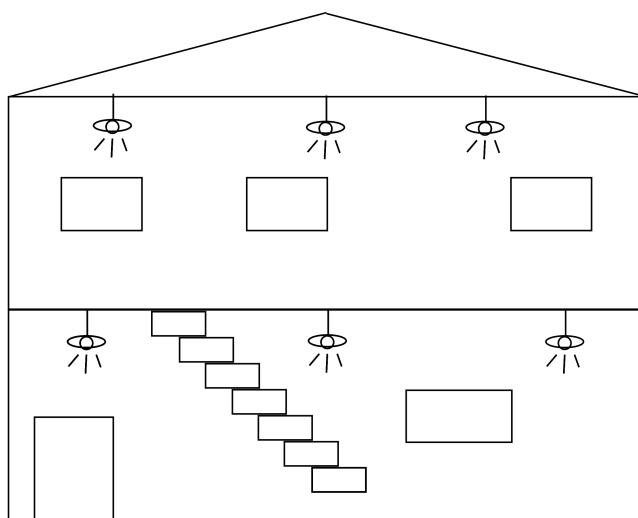
3 Circuitos elétricos

Circuitos elétricos

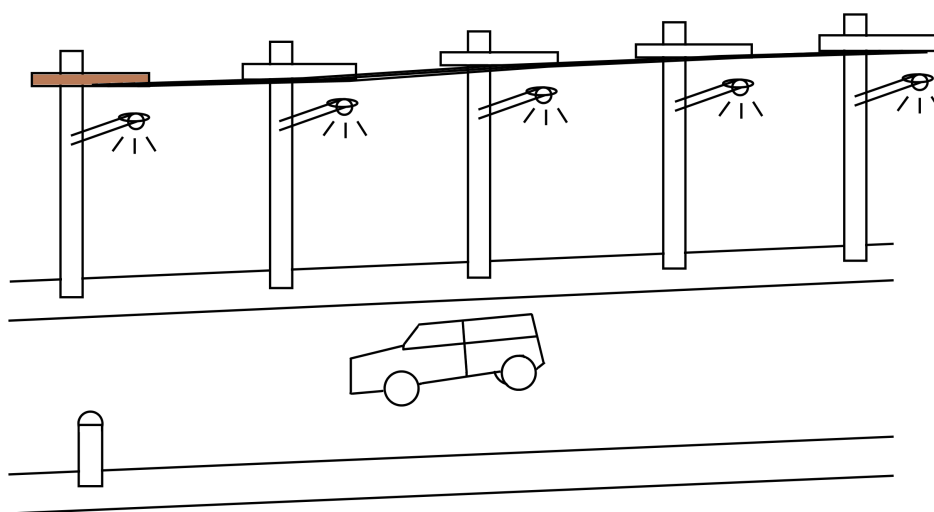
Os circuitos elétricos são apresentados de diversas formas e tamanho. Temos circuitos elétricos nas casa, nos prédios, automóveis, barcos, nos aparelhos eletrodomésticos, celulares e chips. Todos com grandezas diferentes mais com o mesmo objetivo, que é de possibilitar a passagem da corrente elétrica em meios tanto sólidos como em líquidos.

Figura 46 – Exercício - Instalações elétricas nas cidades

(a) Instalações em casa



(b) Instalações em ruas



Fonte: Elaborado

pelo autor.

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Fio paralelo de 5mm;
2. Uma tábua contada com 50x60;
3. Um lápis de ponta grossa;
4. Borracha;
5. Régua;
6. tampa de refrigerante;
7. Tesoura.

Montagem:

- a) Desenhar com o lápis na tábua um retângulo e dois triângulos iguais.
- b) Abrir o fio paralelo em dois.
- c) Colar em cima da linha reta desenhada o fio cortando no momento em que chegar em cada no bem no centro do círculo, desenhado com a tampa de refrigerante .
- d) em fim circuito montado.

o Descreva os resultados obtidos no experimento:

Responda:

1. Atualmente muitos eletrodomésticos como a geladeira são bem mais tecnológicas. A alguns anos atrás, por exemplo a variação de temperatura interna era feita manualmente e diretamente no reostato. Hoje em dia existem geladeiras com monitores e sensíveis ao toque que sua temperatura pode ser ajustada sem que a porta esteja aberta e que exista um toque direto no reostato, através da tela digital. Em sua opinião ao que se deve todo esse avanço no transporte de corrente?

2. Quando se fala sobre a eletricidade elétrica, desenhe uma imagem de poderia definir a sua ocorrência presente em seu dia a dia.



3. Dê exemplos identificando na coluna 1 os materiais que utilizam circuitos elétricos, para o seu funcionamento e na coluna 2 os materiais que não utilizam circuitos elétricos.

Coluna 1

Coluna 2

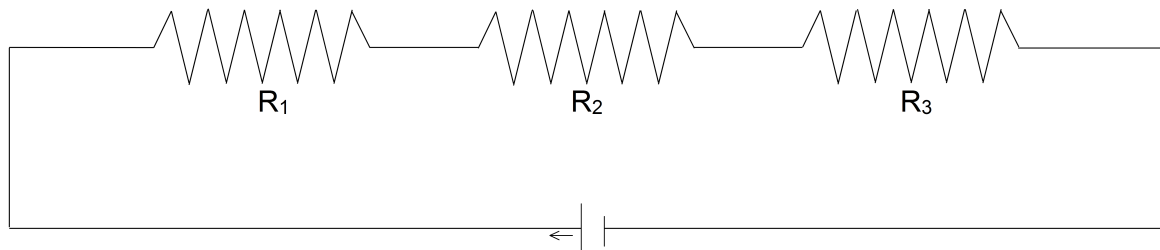
4. Porque os eletrodomésticos ficam quente?

5. Qual é a principal fonte de alimentação para o funcionamento das lâmpadas incandescente e as fluorecente, e qual é a diferença entre elas?

4 Associação em série de resistores

Os circuitos elétricos são apresentados de diversas formas e tamanho. Temos circuitos elétricos nas casa, nos prédios, automóveis, barcos, nos aparelhos eletrodomésticos, celulares e chips. Todos com grandezas diferentes mais com o mesmo objetivo, que é de possibilitar a passagem da corrente elétrica em meios tanto sólidos como em líquidos.

Figura 47 – Exercício - Resistores em série



Fonte: Elaborado pelo autor.

A passagem da corrente i através de resistores que estão em série no circuito fechado é sempre constante, mais a tensão V dependerá diretamente do valor da resistência produzida.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$Ri = R_1i_1 + R_2i_2 + R_3i_3$$

como a corrente $i = \text{constante}$, temos

$$Ri = R_1i + R_2i + R_3i$$

, colocando i em evidencia

$$Ri = i(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3,$$

na qual o chamaremos de resistência equivalente $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$.

Então podemos caracterizar o circuito em série, como:

$\begin{aligned} i &= i_1 = i_2 = i_3 = \text{constante}; \\ V &= V_1 + V_2 + V_3; \\ R_{eq} &= R_1 + R_2 + R_3. \end{aligned}$

Para o cálculo do potencial, segue,

$$P = i V$$

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Um prego;
2. Uma tampa de garrafa pet;
3. Uma caixa de papelão;
4. Lápis B12;
5. Uma régua;
6. Pisca pisca;
7. Cola branca.

Montagem:

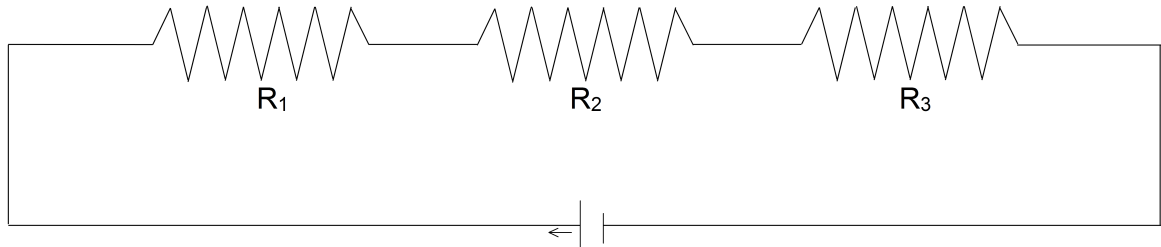
- a) Desenhar um circuito em série na caixa de papelão.
 - b) Nos locais em que foi desenhado os resistores colar a tampa de garrafa furada ao centro pelo prego.
 - c) Utilizar o fio elétrico do pisca pisca no papelão seguindo as linhas do desenho do circuito e passando pelo meio das tampas.
 - d) Colocar no interior das tampas as pequenas lampadas bem posicionadas de forma que fique posicionadas em pé lampadas
 - e) Utilize a cola branca para fixar os fios.
- o Descreva os resultados obtidos no experimento:

Responda:

1. Iniciamos uma análise dos desenho técnicos, básicos dos circuitos que estão presente

nas placas de circuito de muitos dos aparelhos eletrodomésticos. Então calcule o resistor equivalente do circuito da figura abaixo, com os valores de $R_1 = 5 \, \Omega$, $R_2 = 15 \, \Omega$ e $R_3 = 30 \, \Omega$, respetivamente para os resistores que estão posicionados em ordem, no circuito.

Figura 48 – Exercício - Resistor em série



Fonte: Elaborado pelo autor.

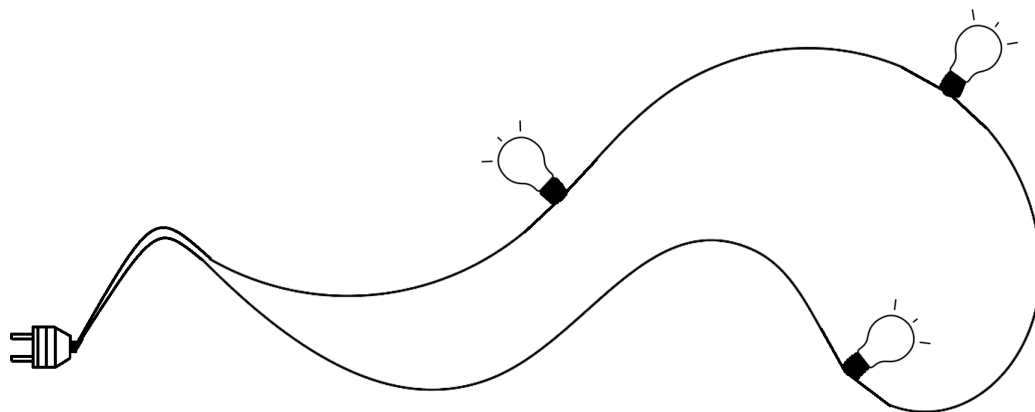
Cálculo:

2. Quais são as características de um circuito associado em série?

3. Responda o que são os eletrólitos e se são bons condutores de eletricidade?

4. No quadro abaixo, desenhe o circuito que corresponda ao circuito de lâmpadas associados.

Figura 49 – Exercício - Lâmpadas associadas em série



Fonte: Elaborado pelo autor.



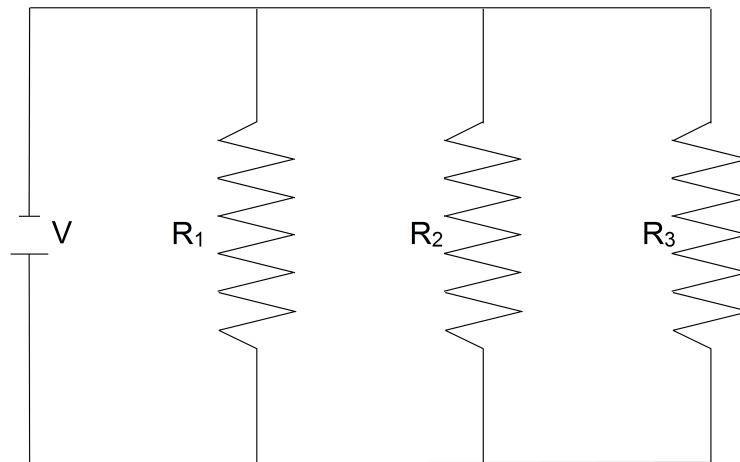
5. Um circuito que esteja com resistores associado em série tem valores de $R_1 = 4 \, \Omega$, $R_2 = 6 \, \Omega$ e $R_3 = 8 \, \Omega$, respectivamente com o valor da corrente de 5A atravessando por ele. Qual é a tensão V_1 , V_2 e V_3 presente em cada resistor no momento da passagem da corrente?

Cálculo:

5 Associação em paralelo de resistores

Os circuitos elétricos são apresentados de diversas formas e tamanho. Temos circuitos elétricos nas casa, nos prédios, automóveis, barcos, nos aparelhos eletrodomésticos, celulares e chips. Todos com grandezas diferentes mais com o mesmo objetivo, que é de possibilitar a passagem da corrente elétrica em meios tanto sólidos como em líquidos.

Figura 50 – Exercício - Resistores em paralelo



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tensão V entre as extremidades dos resistores que estão em paralelo no circuito fechado é sempre constante, e desta vês a corrente i dependerá diretamente da resistência produzida pelo resistor.

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$
$$\frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

como a corrente $V = \text{constante}$, temos

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

, colocando V em evidencia

$$\frac{V}{R} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3},$$

na qual o chamaremos de resistência equivalente $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$.

Então podemos caracterizar o circuito em paralelo, como:

$$\begin{aligned} V &= V_1 = V_2 = V_3 = \text{constante}; \\ i &= i_1 + i_2 + i_3; \\ \frac{1}{R_{eq}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}. \end{aligned}$$

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Um prego;
2. Uma tampa de garrafa pet;
3. Uma caixa de papelão;
4. Lápis B12;
5. Uma régua;
6. Pisca pisca;
7. Cola branca.

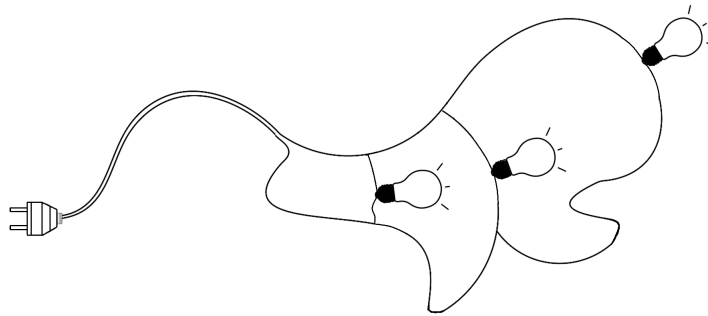
Montagem: repetir o mesmo procedimento do experimento anterior, mais com associação paralelo.

- a) Desenhar um circuito em paralelo na caixa de papelão.
- b) Nos locais em que foi desenhado os resistores colar a tampa de garrafa furada ao centro pelo prego.
- c) Utilizar o fio elétrico do pisca pisca no papelão seguindo as linhas do desenho do circuito e passando pelo meio das tampas.
- d) Colocar no interior das tampas as pequenas lampadas bem posicionadas de forma que fique posicionadas em pé lampadas
- e) Utilize a cola branca para fixar os fios.
- o Descreva os resultados obtidos no experimento:

Responda:

1. No quadro abaixo desenha o circuito que corresponda ao circuito de lâmpadas associados em série.

Figura 51 – Lâmpadas associadas em paralelo



Fonte: Elaborado pelo autor.



2. Muitos circuitos de lampadas residenciais necessitam de uma chave independente para

cada comodo. Então, utilizando circuitos paralelos nos possibilita um bom resultado e objetividade. Um circuito que esteja com resistores associado em paralelo tem valores de $R_1 = 10 \, \Omega$, $R_2 = 20 \, \Omega$ e $R_3 = 40 \, \Omega$, respectivamente com o valor da tensão de 110 V atravessando por ele. Qual é o valor da corrente i_1 , i_2 e i_3 presente em cada resistor?

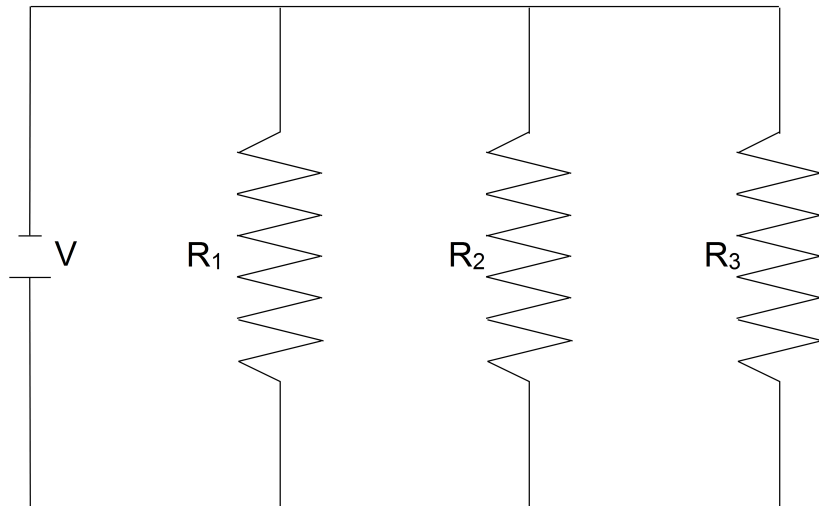
Cálculo:

3. Quais são as características de um circuito associado em paralelo?

4. Porque os pássaros não levam choque quando estão no fio?

5. No quadro abaixo, desenhe o circuito que corresponda ao circuito de lâmpadas associados, com os valores de $R_1 = 5 \, \Omega$, $R_2 = 15 \, \Omega$ e $R_3 = 30 \, \Omega$, respetivamente.

Figura 52 – Exercício - Resistores em paralelo 2



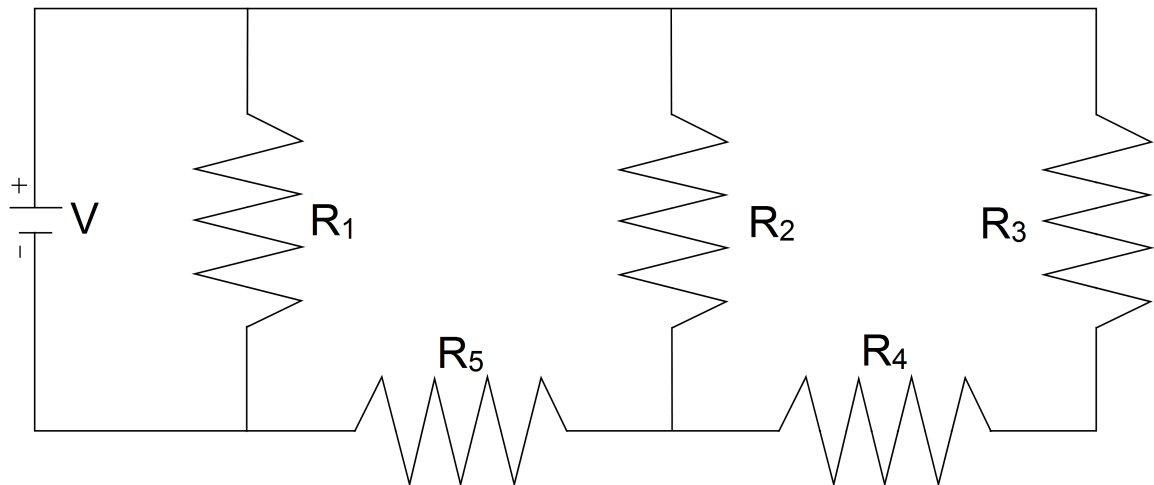
Fonte: Elaborado pelo autor.

Cálculo:

6 Associação mista de resistores

Para a associação mista de resistores é utilizado tanto as associações em série como as em paralelo ao mesmo tempo em um só circuito.

Figura 53 – Exercício - Associação mista de resistores



Fonte: Elaborado pelo autor.

Atividade Experimental:

Materiais:

1. Caixa de sapatos iguais;
2. Fita adesiva;
3. Uma caixa pequena de pisca pisca;
4. Tesoura com ponta;
5. Palitos de picolé;
6. lápis B12;
7. Régua;
8. Cola branca;

Montagem:

- a) Coloque a base da caixa para cima, e em uma das caixas desenhar um dois retângulos, um retângulo 10×3 e outro retângulo 4×5 , criando uma porta e uma janela.

- b) Com a outra caixa desenhar dois retângulos 4×5 que serão duas janelas.
- c) Nas duas caixas, e na parte de cima fazer quatro furos. E na primeira caixa colocar as lampadas do pisca pisca em cada um dos primeiros furos, virados para o interior da caixa. E no quarto furo passar totalmente o restante do fio do interior para o exterior da caixa.
- d) Colar a base da segunda caixa na primeira e passar o fio pela parede interior da segunda caixa e posicionar as lampadas do pisca pisca em cada furo e pelo quarto último furo passar totalmente o fio e ligar na tomada.

o Descreva os resultados obtidos no experimento:

Responda:

1. Qual é a diferença entre os circuitos em série, paralelo e misto?

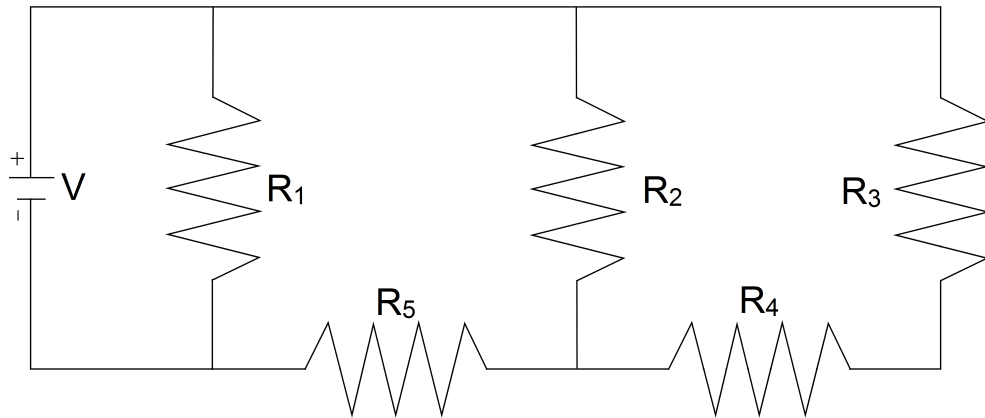
2. Se em um circuito elétrico em série e outro paralelo, conter 3 lampadas idênticas e com potencia de 40 W em cada circuito, ligadas a mesma fonte, qual dos circuitos vão obter uma melhor intensidade?

3. Se em um circuito elétrico em série e outro paralelo, conter 3 lampadas idênticas e com potencia de 40 W em cada circuito, ligadas a mesma fonte, qual dos circuitos vão obter

uma melhor intensidade?

4. Na figura abaixo representamos resistores associados em dois tipos em um único circuito. Calcule o resistor equivalente do circuito da figura abaixo. Sabendo que os resistores tem o valor de, $R_1 = 15 \, \Omega$, $R_2 = 15 \, \Omega$, $R_3 = 15 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$ e $R_5 = 20 \, \Omega$.

Figura 54 – Exercício - Lâmpadas associadas em paralelo

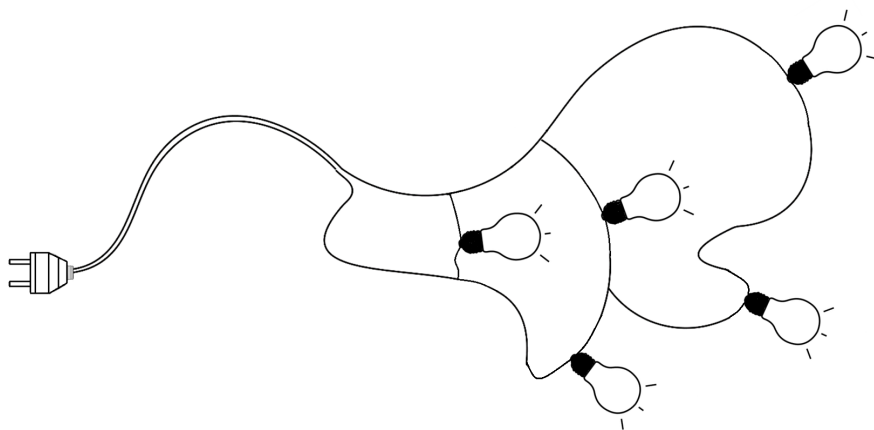


Fonte: Elaborado pelo autor.

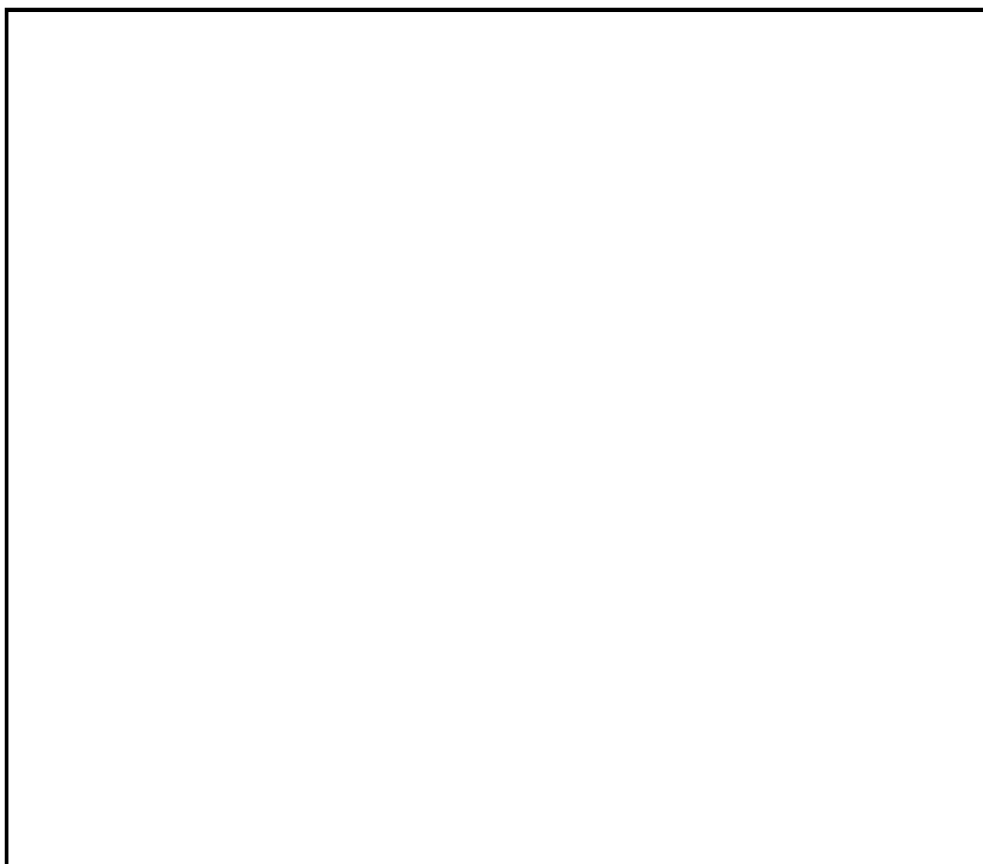
Cálculo:

5. No quadro abaixo desenhe o circuito que corresponda ao circuito de lâmpadas associados.

Figura 55 – Exercício - Lâmpadas em circuito misto



Fonte: Elaborado pelo autor.



Atividade em grupo

o Para o experimento será utilizado pelo professor:

- Folhas A4 para ser distribuída aos grupos, para o desenho e a atividade.
- O professor deve disponibilizar no mínimo dos alicates e supervisionar os corte.
- E disponibilizar multímetros, para os alunos.

o Utilidade dos alunos:

Cada aluno dos grupos serão responsáveis pelos materiais abaixo.

- 1,5 m de fio paralelo,
- lâmpadas: 1 fluorescentes, 3 incandescentes.
- 1 Plugue macho,
- 3 receptáculos
- tábua com 40 x 50 cm.
- Fita isolante.

⇒ A montagem será realizada pelos alunos com o acompanhamento do professor,

1. O fio paralelo deve ser partido ao meio;
2. Os alunos iram criar suas próprias associações de lâmpadas em série e em paralelo descrevendo no papel A4.
3. O circuito criado deverá ser desenhado na tábua de 40 x 50 cm.
4. A distribuição do fio, será no caminho em que foi desenhado o circuito.
5. Os cortes feito no fio para o encaixe do receptáculo deve ser feito por um alicate.
6. Ao encaixar os receptáculos, o fio deve ser preso por fita isolante.
7. Quando o fio estiver totalmente preso. As lâmpadas podem ser encaixadas nos receptáculos.
8. Ligar o circuito.
9. Utilizar o multímetro e observar se o circuito está distribuído corretamente.
10. Cada grupo deve anotar na folha A4 as atividade e suas resposta, no fim entregar ao professor.

o Atividade:

Nome dos membros do grupo:

Aluno(a): _____

Aluno(a): _____

Aluno(a): _____

Aluno(a): _____

Aluno(a): _____

Aluno(a): _____

1. Tipo de sua associação por seu grupo?

2. Desenhe a associação escolhida no retângulo abaixo.

Cálculo:

3. Medir a tensão V que passa por L_1 , L_2 e L_3 . E dar nota dos valores.

$L_1 =$ _____

$L_2 =$ _____

$L_3 =$ _____

4. Medir a corrente i que passa por L_1 , L_2 e L_3 . E dar nota dos valores.

$L_1 =$ _____

$L_2 =$ _____

$L_2 =$ _____

5. Qual é a resistência sofrida, quando a corrente passa por essas lâmpadas L_1, L_2 e L_3 ?

$R_1 =$ _____

$R_2 =$ _____

$R_3 =$ _____

Bibliografia:

Biscuola, Gualter José. Física 3: Gualter José Biscuola, Newton Villas Bôas, Ricardo Helou Doca – 2. ed. - São Paulo : Saraiva, 2013.

Gowdak, Demétrio Ossowski. Ciências novo pensar – Edição renovada, química e física, 9º. ano: Demétrio Ossowski Gowdak, Eduardo Lavieri Martins. –1.ed.- São Paulo: FTD, 2012.

Ramalho Junior, Francisco, 1940 - Os fundamentos da física / Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares,-9. ed. rev. e ampl. - São Paulo: Moderna, 2007.

Silva, Claudio Xavier da. Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna / Claudio Xavier da Silva, Benigno Barreto Filho. - 1.ed - São Paulo: FDT, 2010 (Coleção de física aula por aula: v.3).

Silva, José Alves da; A. C. L. C; Pinto, “Projeto escola e cidadania: Física - as leis do eletromagnetismo,” Projeto escola e cidadania. São Paulo, vol. 1a. ed, no. ISBN 85-10-02665-3, 2000.

Sites importantes:

Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física - produtos de ensino
<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas/produtos>

Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas
<http://www.sbfisica.org.br/obfep/>

Sociedade Brasileira de Física
<http://www.sbfisica.org.br/v1/>

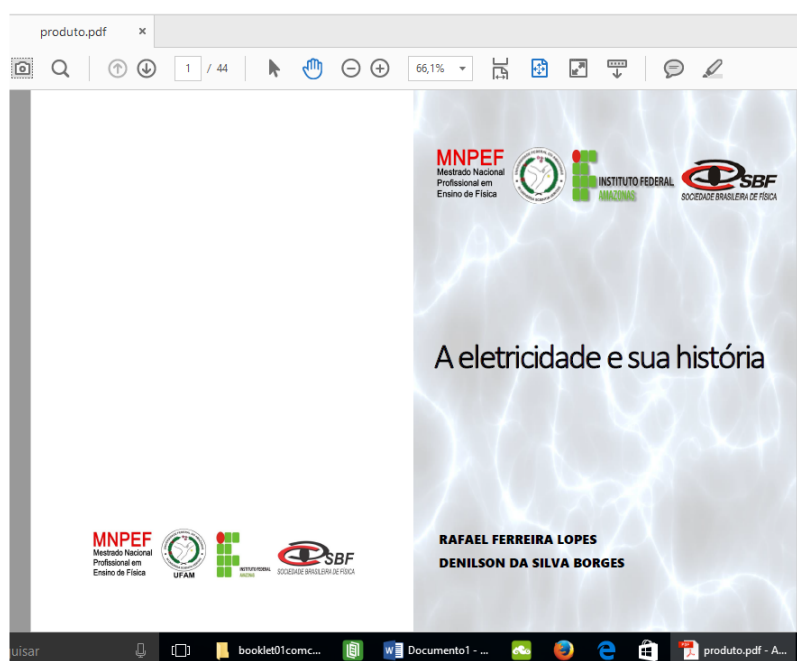
APÊNDICE E – Modelo de impressão

Orientações para impressão

Para imprimir o produto, você deve imprimir separadamente os três manuais. Imprimindo o manual 1 Figura 51.

Seguir 3 passos.

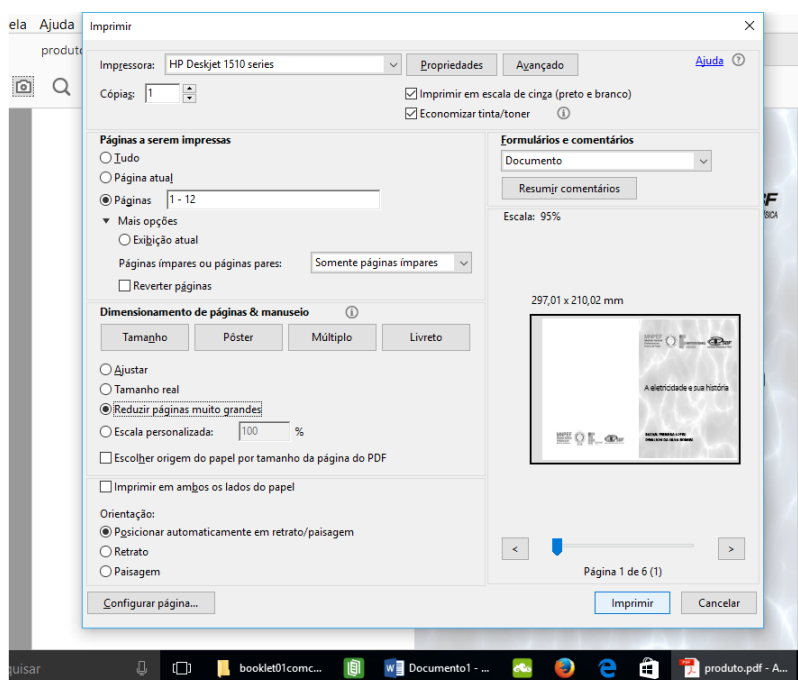
Figura 56 – Exemplo do manual a ser impresso



Fonte: Print screen da aplicação de impressão no sistema operacional Windows 10.

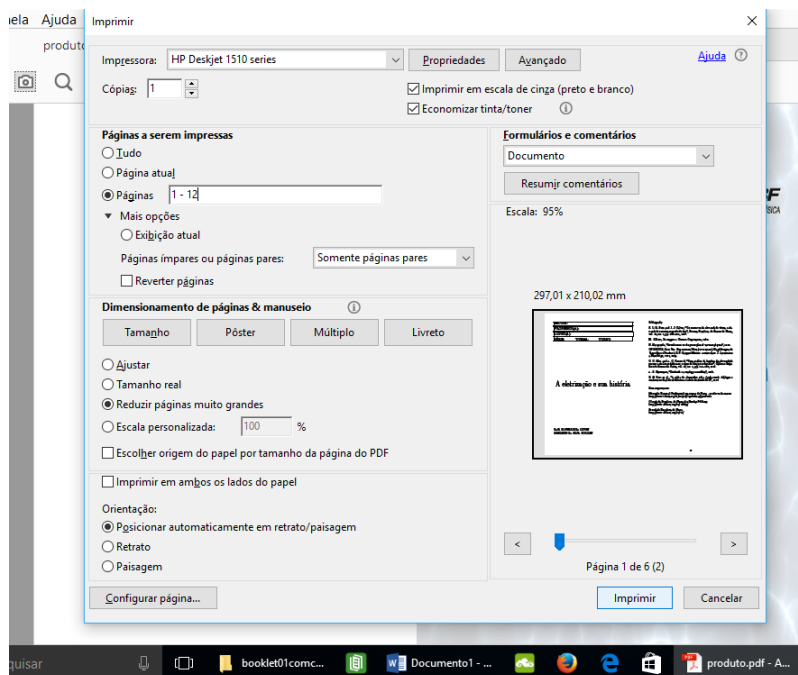
1. Seguido a orientação abaixo para imprimir o primeiro manual **A eletricidade e sua história**, escolhendo no momento da impressão as **páginas 1 – 14**, indo em **mais opções** e selecionar a opção, **somente páginas ímpares** e depois ir em **reduzir páginas muito grandes** e imprimir Figura 52.
2. Da maneira que sair todas a folhas impressas, **virar 90°** e colocar novamente na bandeja para impressão.
3. Escolhendo no momento da impressão as **páginas 1 – 14**, indo em **mais opções** e selecionar a opção, **somente páginas pares** e depois ir em **reduzir páginas muito grandes** e imprimir Figura 53.

Figura 57 – Exemplo de impressão, páginas ímpares



Fonte: Print screen da aplicação de impressão no sistema operacional Windows 10.

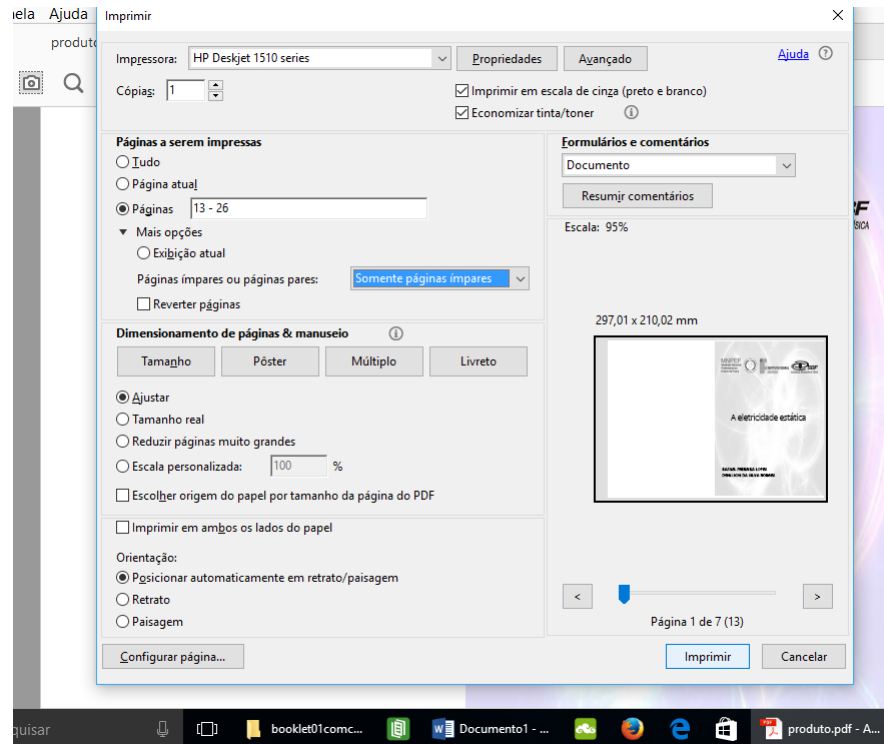
Figura 58 – Exemplo de impressão, páginas pares



Fonte: Print screen da aplicação de impressão no sistema operacional Windows 10.

Seguir os mesmos **3 passos** para imprimir o segundo manual, A eletricidade estática. Observando que as páginas são de **15 – 28** Figura 54.

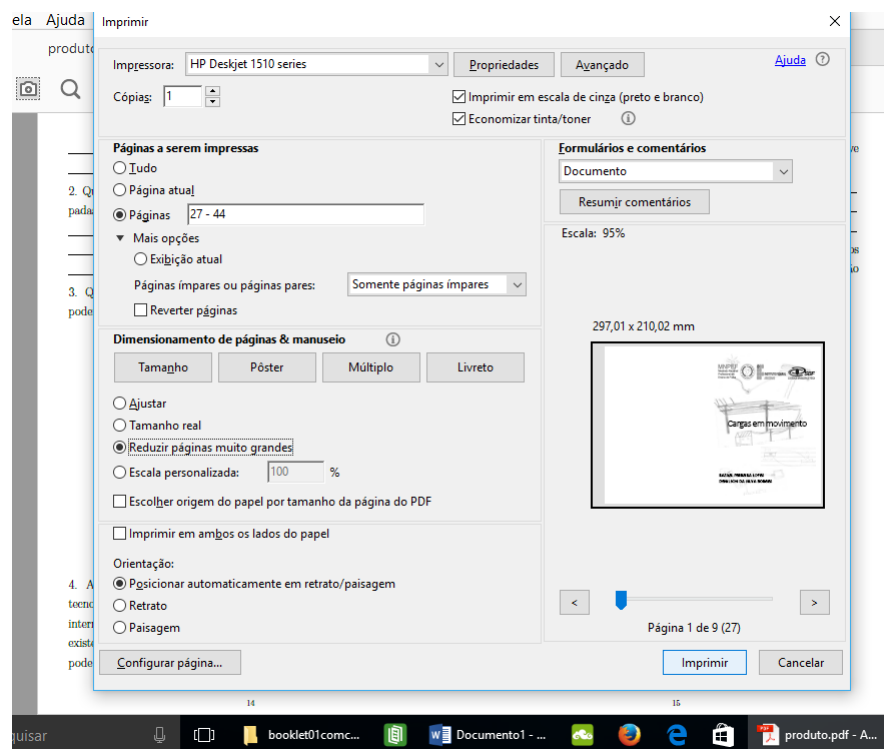
Figura 59 – Exemplo de impressão do manual 2



Fonte: Print screen da aplicação de impressão no sistema operacional Windows 10.

Seguir os mesmos **3 passos** para imprimir o terceiro manual, Cargas em movimento. Observando que as páginas são de **29 – 48** Figura 55.

Figura 60 – Exemplo de impressão do manual 3



Fonte: Print screen da aplicação de impressão no sistema operacional Windows 10.

Referências

- Alves, Vagner Camarini e Stachak, M. (2005). A importancia de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade. *XVI Simpósio Nacional de ensino de Física-SNEF. Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, Presidente Prudente-SP*, pages 1–4.
- Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. *Elam, S.(Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Págs, 211:239.*
- Becker, F. (1994). O que é construtivismo. *Série Ideias*, 20:87–93.
- Boni, R. S. et al. (2007). A pilha de alessandro volta (1745-1827): diálogos e conflitos no final do século xviii e início do século xix.
- Boss, S. L. B., Assis, A., and Caluzi, J. J. (2012). Stephen gray e a descoberta dos condutores e isolantes: tradução comentada de seus artigos sobre eletricidade e reprodução de seus principais experimentos. *Coleção PROPG Digital (UNESP)*.
- Boss, S. L. B. and Caluzi, J. J. (2007). Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo du fay. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(4):635–644.
- Brabrand, C. and Dahl, B. (2007). Constructive alignment and the solo taxonomy: a comparative study of university competences in computer science vs. mathematics. In *Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research-Volume 88*, pages 3–17. Australian Computer Society, Inc.
- Caruso, F. and Oguri, V. (2006). *Física moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. Elsevier.
- Cavalcante, Marisa Almeida e Tavolaro, C. R. C. (2001). Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 18(3):298–316.
- da Silva, L. C. M., Santos, W. M. S., and Dias, P. M. C. (2011). A carga específica do elétron. um enfoque histórico e experimental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1):1601.
- de Currículo, B. C. (2016). Base nacional comum curricular - versão preliminar. pages 283 – 448.

- de Diretrizes, L. and da Educação, B. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília (Brasil)*.
- de Estado de Educação do Amazonas, S. (2006). *Proposta curricular do ensino fundamental do 6º ao 9º ano*. Governo do Estado do Amazonas.
- de Souza Filho, M. P. and Caluzi, J. J. (2009). Sobre as experiências relativas a imantação do ferro e do aço pela ação da corrente elétrica: uma tradução comentada do artigo escrito por François Arago. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1):1603.
- Du Fay, M. et al. (1733). A letter from mons. du fay, frs and of the royal academy of sciences at paris, to his grace charles duke of richmond and lenox, concerning electricity. translated from the french by ts m d. *Philosophical Transactions*, 38(427-435):258–266.
- Gilbert, W. (1958). *De magnete*. Courier Corporation.
- Guedes, M. V. G. (2000). História: O electrómetro de nollet. *Revista ELECTRICIDADE*, (376):109.
- Guimarães, A. (2000). Os 400 anos do de magnete. *Ciência Hoje*, 28(167).
- Hartmann, A. E. (2015). Coulomb e a tradição científica.
- Magie, W. F. (1969). A source book in physics. pages 423–438.
- Marquardt, N. (1999). Introduction to the principles of vacuum physics. page 4.
- Mendonça, A. P. (2015). Alinhamento construtivo: Fundamentos e aplicações. *Formação de Professores no Ensino Tecnológico: Fundamentos e Desafios*, 1a. ed (ISBN 978-85-444-0369-3).
- Moreira, M. A. (1982). Mapas conceituais e aprendizagem significativa1 (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas*1, page 41.
- Ostermann, Fernanda e Cavalcanti, C. d. H. (2010). Teorias de aprendizagem. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Instituto de Física. Porto Alegre/RS*.
- Ostermann, Fernanda e Moreira, M. A. (2000). Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "física moderna e contemporânea no ensino médio". *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 5, n. 1 (jan./abr. 2000), p. 23-48*.
- QUIRINO, WG e LAVARDA, F. (2010). Experimento de física para o ensino médio com materiais do dia a dia.
- Sabbatini, R. M. S. (2004). A história da estimulação elétrica cerebral. *Revista Cérebro e Mente*, page 2.

- Silva, José Alves da; Pinto, A. C. L. C. (2000). Projeto escola e cidadania: Física - as leis do eletromagnetismo. *Projeto escola e cidadania. São Paulo*, 1a. ed (ISBN 85-10-02665-3).
- Silva, C. C. and Pimentel, A. C. (2008). Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de benjamin franklin. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 25(1):141–159.
- Soares, L. C. (2016). John theophilus desaguliers: A newtonian between patronage and market relations. *Circumscribere: International Journal for the History of Science*, 18:12–31.
- Villani, C. E. P. and do Nascimento, S. S. (2016). A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigações em ensino de Ciências*, 8(3):187–209.
- Wallis, E. (1875). *Illustrerad verldshistoria*. page 297.