nova eja

EDUCAÇÃO PARA JOVENS E ADULTOS

CIÊNCIAS DA NATUREZA e suas TECNOLOGIAS

Professor

Volume 1 • Módulo 4 • Física

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Sergio Cabral

Vice-Governador
Luiz Fernando de Souza Pezão

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Educação
Wilson Risolia

Chefe de Gabinete
Sérgio Mendes

Secretário Executivo
Amaury Perlingeiro

Subsecretaria de Gestão do Ensino
Antônio José Vieira De Paiva Neto

Superintendência pedagógica
Claudia Raybolt

Coordenadora de Educação de Jovens e adulto
Rosana M.N. Mendes

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Secretário de Estado
Gustavo Reis Ferreira

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Carlos Eduardo Bielschowsky

PRODUÇÃO DO MATERIAL NOVA EJA (CECIERJ)

Diretoria Adjunta de Extensão
Elizabeth Ramalho Soares Bastos

Coordenação de Formação Continuada
Carmen Granja da Silva

Coordenação Geral de Design Instrucional
Cristine Costa Barreto

Elaboração
Andreia Mendonça Saguia
Angelo Longo Filho
Bruno Lazarotto Lago
César Bastos
Fábio Ferreira Luiz
Felipe Mondaini (coordenador)
Gabriela Aline Casas
Wellington Wallace Miguel Melo

Revisão de Língua Portuguesa
Paulo Alves

Design Instrucional
Kathleen S. Gonçalves

Coordenação de Desenvolvimento Instrucional
Flávia Busnardo
Paulo Vasques de Miranda

Coordenação de Produção
Fábio Rapello Alencar

Projeto Gráfico e Capa
Andreia Villar

Imagem da Capa e da
Abertura das Unidades
André Guimarães

Diagramação
Alessandra Nogueira
Alexandre d' Oliveira
André Guimarães
Andreia Villar
Bianca Lima
Carlos Eduardo Vaz
Juliana Fernandes

Ilustração
Bianca Giacomelli
Clara Gomes
Fernando Romeiro
Jefferson Caçador
Sami Souza

Produção Gráfica
Verônica Paranhos

Sumário

Unidade 6 • Eletrostática e Lei de Coulomb 5

Unidade 7 • Aprendendo sobre as correntes elétricas 33

Unidade 8 • Civilização elétrica 61

Unidade 9 • Circuito Elétrico 87

Unidade 10 • Magnetismo 127

MATERIAL DO PROFESSOR

Eletrostática e Lei de Coulomb

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizados e/ou adaptados, de acordo com sua conveniência; sendo assim, sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupo, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 6 – Eletrostática e Lei de Coulomb –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física; para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da eletrostática. Na sequência, apresentamos alguns applets que ilustram os conceitos da Lei de Coulomb, assim como atividades que despertem o interesse dos alunos sobre o conteúdo abordado.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	4	6	4

Titulo da unidade	Tema
Eletrostática e Lei de Coulomb	Eletrostática
Objetivos da unidade	
Identificar as espécies de cargas elétricas;	
Resolver problemas envolvidos no fenômeno da eletrização;	
Resolver problemas de aplicação da lei de Coulomb.	
Seções	**Páginas no material do aluno**
1. A carga elétrica	172
2. Processos de eletrização	172 a 173
3. Lei de Coulomb	173 a 174

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

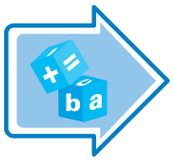
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.

Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.

Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Exercícios

Proposições de exercícios complementares

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O canudo girante	Uma garrafa pet, um canudo de plástico e um pedaço de pano de lã ou algodão.	Neste experimento, mostraremos um fenômeno eletrostático básico com um efeito muito interessante. Atritaremos um canudo com um pano e o colocaremos sobre a tampa de uma garrafa. Ao movimentarmos um dedo próximo ao canudo, este, como num passe de mágica, seguirá esse movimento. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid11-Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	15 minutos

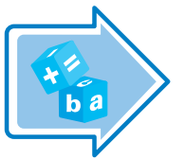
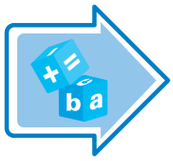
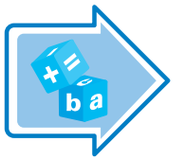
Seção 1 – A carga elétrica

Seção 2 – Processos de eletrização

Páginas no material do aluno

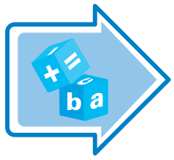
172 a 173

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O canudo girante – parte II	Uma garrafa pet, dois canudos de plástico iguais, uma escova de dente de plástico e um pedaço de pano de lã.	Aproveitaremos a ideia do experimento do canudo girante (descrito na Atividade Inicial desta Unidade) para introduzir o conceito de carga elétrica. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid11-Sec1.wmv).	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A eletrização por atrito	Bolinhas de isopor e sacos plásticos de 5 x 24 (conhecidos como sacos de sacolé).	Nesta atividade, o professor deve evidenciar, dentre os processos de eletrização, a eletrização por atrito entre as esferas de isopor e a parede interna do plástico, além de caracterizar o princípio fundamental da eletricidade: corpos de mesma carga se repelem e corpos com cargas contrárias se atraem.	Em grupos de 4 alunos.	15 minutos
	Condutores ou Isolantes?	Uma lâmpada pequena (a de lanterna é uma boa opção), dois pedaços de fio fino (25 cm cada), uma pilha de 1,5V, fita isolante e diferentes materiais condutores e isolantes.	Nesta atividade, utilizaremos um circuito elétrico muito simples para testar a condutividade de diferentes materiais. Nosso objetivo é Ilustrar a diferença entre materiais condutores e isolantes. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid11-Sec2.wmv).	O professor interage com toda a turma	15 minutos
	Entortando um filete de água com a indução	Balão de borracha, roupa de lã, garrafa pet de 2 litros, prego, fita adesiva e água.	Com este experimento, mostramos como é possível entortar um filete d'água utilizando um balão de borracha, ilustrando o importante fenômeno da indução elétrica.	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

Seção 3 – Lei de Coulomb.

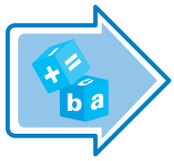
Páginas no material do aluno
173 a 174

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O Eletroscópio	Cerca de 1m de PVC (3/4" ou 20mm), 30cm x 30cm de papel alumínio, 20cm de arame queimado (o mais retilíneo possível), lã (touca, luva, suéter), prego da espessura do arame, garrafa pet transparente com tampa, tesoura, martelo, alicate de bico e alicate de corte.	A construção do eletroscópio de folhas é uma tarefa recheada de descobertas; a cada montagem, o professor irá se especializar e montará um aparato melhor. Em alguns casos, a região ao redor do aparelho deve ser livre de umidade (tanto dentro quanto em redor do receptáculo). Este aparelho detecta a presença de cargas elétricas, e quando o mesmo é polarizado, as folhas passam a se repelir (aumentando o ângulo entre as folhas) mutuamente.	Em grupos de 4 alunos.	30 a 45 minutos
	As cargas têm a força	Software GeoGebra e o applet (Fisica-Mod3--Un11_Sec3.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxilia na visualização dos efeitos da força elétrica entre duas cargas. Esta é dada pela Lei de Coulomb, e é proporcional ao produto entre as cargas envolvidas e inversamente proporcional à distância entre elas. Neste applet, é possível alterar o valor de cada uma das cargas, além da posição de uma delas, ou seja, a distância entre elas. Para facilitar a visualização, as forças serão representadas por meio de vetores, um azul e um vermelho, com sentidos opostos, indicando que se trata de um par ação/reação. Alterando os parâmetros, é possível perceber a dependência com a distância e com as cargas.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Carga Elétrica, Processos de Eletrização e Lei de Coulomb. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

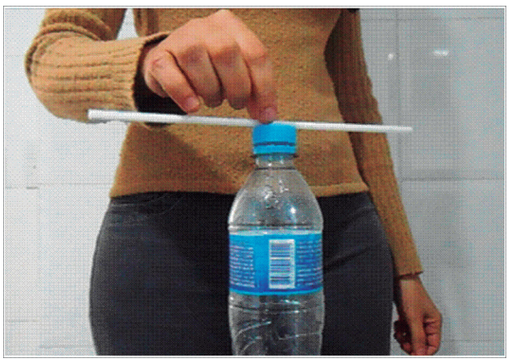
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O canudo girante	Uma garrafa pet, um canudo de plástico e um pedaço de pano de lã ou algodão.	Neste experimento, mostraremos um fenômeno eletrostático básico com um efeito muito interessante. Atritaremos um canudo com um pano e o colocaremos sobre a tampa de uma garrafa. Ao movimentarmos um dedo próximo ao canudo, este, como num passe de mágica, seguirá esse movimento. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid11--Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	15 minutos

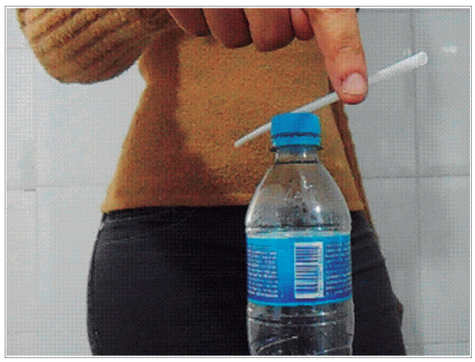
Aspectos operacionais

- Para ganhar a atenção dos alunos e introduzir os conceitos iniciais de eletricidade de forma lúdica, você pode iniciar o experimento com uma brincadeira. Por exemplo, diga a eles que você é capaz de mover objetos com o poder da mente.
- Se for possível, use uma camisa de lã neste dia; se não, uma blusa de malha serve.
- Coloque a garrafa pet em pé, vazia, tampada, sobre sua mesa. Explique para os alunos que você vai deitar o canudo sobre a tampa da garrafa e que este seguirá o comando do seu dedo. Veja figuras ilustrativas da montagem abaixo.
- Atrite vigorosamente uma das extremidades do canudo na barra de sua camisa e coloque-o, rapidamente, sobre a tampa da garrafa.

- Aproxime seu dedo indicador da extremidade atritada do canudo. Cuidado para não tocar no canudo. Perceba que este se movimentará na direção do seu dedo.
- Faça um movimento giratório com o dedo próximo ao canudo em torno do gargalo da garrafa. Observe que o canudo, ao seguir o movimento do seu dedo, rodopiará sobre a garrafa.
- Vale lembrar que você pode ter dificuldades para eletrizar o canudo num dia muito úmido. Tente fazer o experimento num ambiente o mais seco possível.

Figuras Ilustrativas da Montagem Experimental:





Aspectos pedagógicos

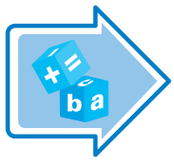
Para que os alunos não saiam da aula acreditando que existe um truque de mágica por trás do experimento, você deve fornecer a eles uma explicação simples para o fenômeno observado. Nesse momento, você pode argumentar que a responsável pelo movimento do canudo é a força eletroestática. Essa é uma força fundamental da natureza, que atua entre corpos carregados. Você também pode esclarecer que o canudo ficou carregado quando foi atritado com o pano, e que o dedo ficou carregado por indução. Todos esses conceitos serão estudados em detalhes nesta Unidade, e esse experimento poderá ser refeito para esclarecer novas dúvidas.

Seção 1 – A carga elétrica

Seção 2 – Processos de eletrização

Páginas no material do aluno

172 a 173

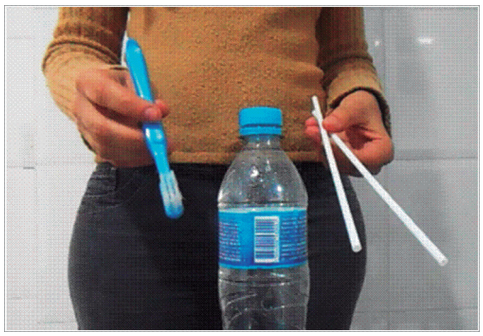
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O canudo girante – parte II	Uma garrafa pet, dois canudos de plástico iguais, uma escova de dente de plástico e um pedaço de pano de lã.	Aproveitaremos a ideia do experimento do canudo girante (descrito na Atividade Inicial desta Unidade) para introduzir o conceito de carga elétrica. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid11-Sec1.wmv).	O professor interage com toda a turma	15 minutos

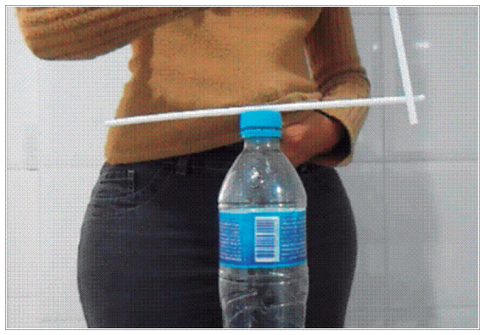
Aspectos operacionais

- Inicie o experimento com uma conversa com os alunos sobre a formação da matéria: elétrons, prótons e nêutrons. Defina carga elétrica como o excesso ou a falta de elétrons num determinado corpo.
- Para estimular a participação dos alunos, lance perguntas como: vocês já levaram um choque? Será que isso tem a ver com carga elétrica? Como seria possível mostrar a existência da carga elétrica? Por que dizemos que só existem dois tipos de carga elétrica (positiva e negativa)?, etc.
- Para responder a essas perguntas, proponha o experimento do canudo girante.
- Para explorar o conceito de carga, utilize dois canudos de plástico e uma escova de dente (veja figuras ilustrativas com a montagem abaixo).
- Atrite a extremidade do canudo número 1 com um pedaço de pano de lã (ou na sua blusa de algodão). Coloque-o horizontalmente sobre a garrafa. Atrite a extremidade do canudo número 2 com o mesmo pedaço de pano e aproxime-o do canudo número 1. Perceba que, nesse caso, os canudos adquirirão cargas de mesmo sinal - o que provocará uma repulsão entre eles.
- Agora, atrite a extremidade do cabo da escova de dente com o mesmo pedaço de pano utilizado no canudo. Aproxime a escova do canudo que está sobre a garrafa. Nesse caso, o canudo e a escova adquirirão cargas de sinais contrários - o que provocará uma atração entre eles.
- É importante ficar atento ao seguinte detalhe: dependendo dos materiais dos quais são feitos os canudos e a escova de dente, pode-se obter resultados diferentes do exposto acima. Teste diferentes escovas e canudos para obter o resultado desejado.

- Para ilustrar que a carga depende do número de elétrons em excesso (ou a menos) que um determinado corpo possui, pode-se repetir o experimento atritando os canudos com mais ou menos intensidade. O efeito de repulsão ou atração será tanto mais visível quanto mais vigoroso for o processo de eletrização.
- Para que você não tenha muita dificuldade para eletrizar os canudos, procure realizar o experimento num ambiente o mais seco possível.

Figuras Ilustrativas da Montagem Experimental:





Aspectos pedagógicos

No decorrer da aula, os alunos podem demonstrar vontade de realizar o experimento sozinhos. Se for possível, leve uma quantidade extra de canudos e garrafas para distribuir entre os alunos.

No final da atividade, faça um pequeno resumo ressaltando os pontos importantes que podem ser ilustrados por esse experimento. Por exemplo, a existência da carga pode ser comprovada pelo efeito que ela causa. Como só observamos dois efeitos diferentes, atração e repulsão, definimos dois tipos de carga, positiva e negativa. A quantidade de carga contida em um determinado corpo depende da diferença entre o número de prótons e elétrons desse corpo. Se, ao atritarmos um corpo vigorosamente, damos muitos elétrons extras para ele, então, este corpo ficará com uma carga negativa grande. Podemos comprovar isso por meio do efeito que esta carga doada pode causar a outro corpo carregado.

Seção 1 – A carga elétrica

Seção 2 – Processos de eletrização

Páginas no material do aluno

172 a 173

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A eletrização por atrito	Bolinhas de isopor e sacos plásticos de 5 x 24 (conhecidos como sacos de sacolé).	Nesta atividade, o professor deve evidenciar, dentre os processos de eletrização, a eletrização por atrito entre as esferas de isopor e a parede interna do plástico, além de caracterizar o princípio fundamental da eletricidade: corpos de mesma carga se repelem e corpos com cargas contrárias se atraem.	Em grupos de 4 alunos.	15 minutos

Aspectos operacionais

- Reúna bolinhas de isopor em copo descartável e as deposite no saco plástico de 5 x 24 (cuidado ao assoprar o saco plástico; algumas gotículas de saliva podem umedecer o seu interior).

- Agite firmemente o saco plástico (quanto mais intensa a agitação, maior a colisão entre as esferas de isopor e entre as mesmas e a parede interna do saco plástico).
- Após a agitação do saco plástico, observe que as esferas e seu interior estão se afastando mutuamente.

Aspectos pedagógicos

- Vale ressaltar neste experimento a utilização de outros materiais como pet, vidro ou qualquer outro invólucro transparente, porém atente à umidade relativa do ar.
- Nunca tente eletrizar as esferas de isopor com corrente elétrica; existe perigo iminente de choque.
- Quanto mais agitar o saco plástico, mais as esferas de isopor se afastam umas das outras; aparentam até mesmo levitar no interior do invólucro.

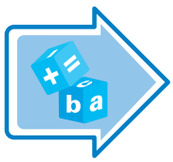
- Não há impedimentos, caso o professor queira explorar outras formas de eletrização neste mesmo experimento.

Seção 1 – A carga elétrica

Seção 2 – Processos de eletrização

Páginas no material do aluno

172 a 173

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Condutores ou Isolantes?	Uma lâmpada pequena (a de lanterna é uma boa opção), dois pedaços de fio fino (25 cm cada), uma pilha de 1,5V, fita isolante e diferentes materiais condutores e isolantes.	Nesta atividade, utilizaremos um circuito elétrico muito simples para testar a condutividade de diferentes materiais. Nosso objetivo é Ilustrar a diferença entre materiais condutores e isolantes. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid11-Sec2.wmv).	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Para testar a condutividade de alguns materiais, primeiro você deve montar o circuito conforme mostrado nas Figuras 1 e 2 a seguir.
- Comece descascando as quatro extremidades dos dois fios. Conecte uma das extremidades do fio número 1 à parte rosqueada da lâmpada e a outra extremidade a um dos polos da pilha. Use fita isolante para fixar o contato.
- Use a fita isolante para conectar uma das extremidades do fio número 2 ao polo livre da pilha. A outra extremidade do fio número 2 deve ficar livre.
- Para verificar se o circuito está funcionando, faça o contato da extremidade livre do fio número 2 com a parte inferior da lâmpada. Se estiver tudo correto, a lâmpada acenderá.
- Separe vários tipos de materiais para o teste, por exemplo, uma colher de metal, uma moeda, papel, plástico, madeira, etc.
- Para testar quais materiais são bons condutores de eletricidade e quais são isolantes, conecte a extremidade livre do fio número 2 com o material de teste e este com a parte inferior da lâmpada. Se a lâmpada acender, é porque esse material é um bom condutor de eletricidade.

Figuras Ilustrativas da Montagem Experimental

Figura 1: Material utilizado na montagem do circuito

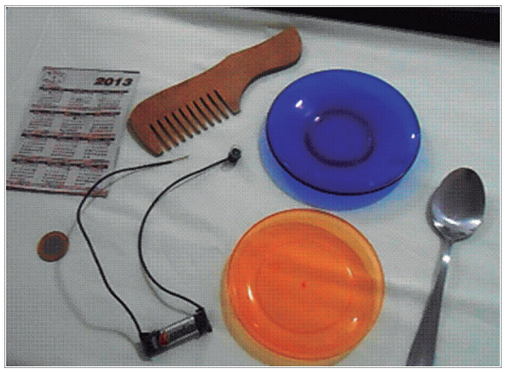


Figura 2: Circuito montado e material para teste de condutividade

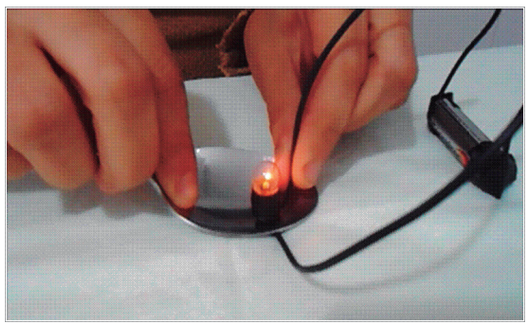


Figura 3: Posição do circuito para a realização dos testes de condutividade

Aspectos pedagógicos

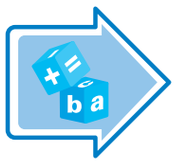
Perceba que, nesta atividade, não estamos dando uma medida para a condutividade do objeto testado; estamos simplesmente testando alguns materiais já classificados na literatura como condutores e isolantes, para exemplificar e diferenciar esses conceitos. É importante ter em mente que alguns materiais podem passar a conduzir se lhes for aplicada uma diferença de potencial muito maior que os 1,5 v da pilha utilizada aqui. Portanto, quando definimos isolantes, estamos falando de materiais que só se tornam condutores na presença de uma grande (enorme) voltagem. Esse fato pode ser ressaltado durante o experimento.

Seção 1 – A carga elétrica

Seção 2 – Processos de eletrização

Páginas no material do aluno

172 a 173

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Entortando um filete de água com a indução	Balão de borracha, roupa de lã, garrafa pet de 2 litros, prego, fita adesiva e água.	Com este experimento, mostramos como é possível entortar um filete d'água utilizando um balão de borracha, ilustrando o importante fenômeno da indução elétrica.	O professor interage com toda a turma.	20 minutos

Aspectos operacionais

Para realizar esta atividade, necessitamos de um pequeno filete de água; para isto, você pode utilizar uma torneira ou, como sugeriremos aqui, utilizar uma garrafa pet com água (veja a Figura 1). Na sequencia, apresentamos os passos necessários para realizar esta atividade:

- Faça um furo na garrafa Pet; para isto, podemos utilizar um prego aquecido;
- Cubra o furo com fita adesiva e encha a garrafa pet com água;
- Encha um balão de ar e questione os alunos sobre o que deve acontecer se o aproximarmos do filete de água;
- Remova a fita adesiva e aproxime um balão cheio do filete de água, mas não encoste;
- Nada acontece!

- Atrite um balão cheio na roupa de lã, de modo que ele fique eletrizado;
- Questione novamente os alunos sobre o que deve acontecer se aproximarmos novamente o balão, agora eletrizado, da água;
- Remova a fita adesiva e aproxime o balão eletrizado do filete de água, mas não encoste;
- Observe o que acontece: o filete de água é atraído pelo balão! (Veja a Figura 2).

Figuras Ilustrativas da Montagem Experimental:

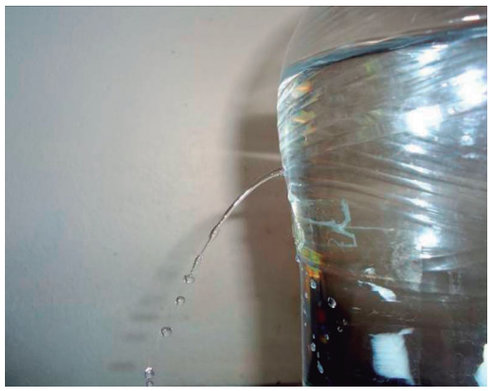


Figura 1

Figura 2

Aspectos pedagógicos

Este experimento ilustra muito bem um dos processos de eletrização: o de indução. Ao aproximar o balão antes do processo de atrito, você verá que nada irá ocorrer, pelo fato de a água e o balão estarem em equilíbrio; porém, ao atritar o balão na roupa de lã, você provocará um desequilíbrio entre as cargas positivas e negativas no balão. E é este desequilíbrio ou excesso que provocará a atração do filete de água pela presença do balão.

Seção 3 – Lei de Coulomb.

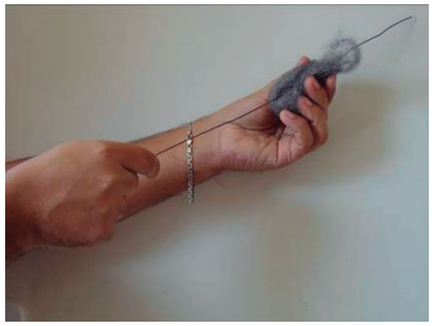
Páginas no material do aluno
173 a 174

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O Eletroscópio	Cerca de 1m de PVC (3/4" ou 20mm), 30cm x 30cm de papel alumínio, 20cm de arame queimado (o mais retilíneo possível), lã (touca, luva, suéter), prego da espessura do arame, garrafa pet transparente com tampa, tesoura, martelo, alicate de bico e alicate de corte.	A construção do eletroscópio de folhas é uma tarefa recheada de descobertas; a cada montagem, o professor irá se especializar e montará um aparato melhor. Em alguns casos, a região ao redor do aparelho deve ser livre de umidade (tanto dentro quanto em redor do receptáculo). Este aparelho detecta a presença de cargas elétricas, e quando o mesmo é polarizado, as folhas passam a se repelir (aumentando o ângulo entre as folhas) mutuamente.	Em grupos de 4 alunos.	30 a 45 minutos

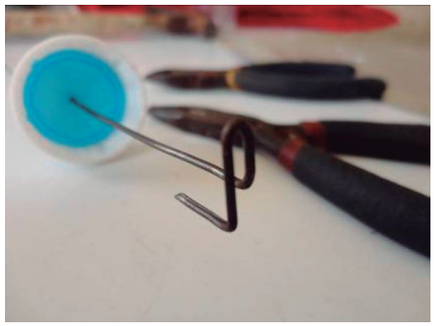
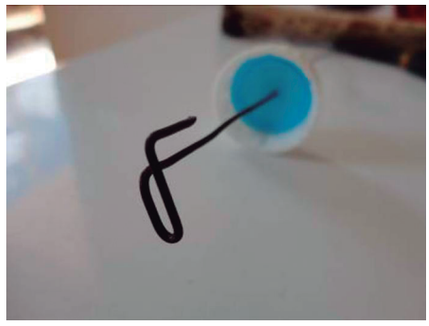
Aspectos operacionais

- Com o auxílio do prego e o martelo, perfure um furo único no centro da tampa pet.

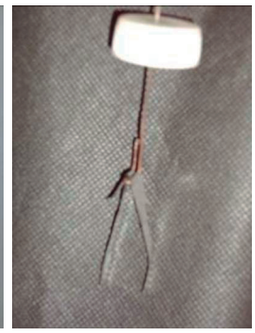
- Retire a ferrugem ou a poeira do arame antes de começar a moldar o apoio para as folhas do eletroscópio.



- Antes de atravessar o arame pelo furo (passando bem justo), faça uma espécie de gancho (use o alicate de bico para tal feito), como nas imagens.

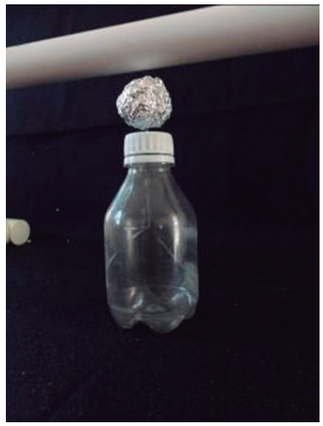
- Recorte dois filetes, medindo 1cm x 7cm, de papel alumínio e, em cada uma das tiras, vire a extremidade com o intuito de formar uma figura parecida com uma bengala. Pendure-as no suporte feito com arame.



- Atarraxe a tampa do pet com cuidado, para que as tiras de alumínio não amassem ou rasguem.

- Com o restante do papel alumínio, molde uma esfera e prenda, espetando na extremidade superior do arame.

- Atrite a lã no PVC (indutor) e aproxime da esfera moldada anteriormente (induzido); observe a abertura das folhas do eletroscópio.



Aspectos pedagógicos

- Devido à umidade do ar, este experimento pode não funcionar, um secador de cabelo pode ajudar a "secar o ar"ao redor do eletroscópio.
- A parede do PVC pode ser um fator complicador; sugerimos que utilize canos baratos e de paredes finas; uma régua escolar ou canudos podem ser bons substitutos do tubo de PVC. O tubo com que obtivemos melhor resultado foi um tubo de medida comercial 20mm; porém, como se vê nas fotos e no vídeo, o tubo de medida ¾ (tubo de rosca) funciona bem.
- Nunca tente eletrizar a esfera de alumínio com corrente elétrica; existe perigo iminente de choque.

Seção 3 – Lei de Coulomb.

Páginas no material do aluno
173 a 174

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	As cargas têm a força	Software GeoGebra e o applet (Fisica-Mod3--Un11_Sec3.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxilia na visualização dos efeitos da força elétrica entre duas cargas. Esta é dada pela Lei de Coulomb, e é proporcional ao produto entre as cargas envolvidas e inversamente proporcional à distância entre elas. Neste applet, é possível alterar o valor de cada uma das cargas, além da posição de uma delas, ou seja, a distância entre elas. Para facilitar a visualização, as forças serão representadas por meio de vetores, um azul e um vermelho, com sentidos opostos, indicando que se trata de um par ação/reação. Alterando os parâmetros, é possível perceber a dependência com a distância e com as cargas.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Comece uma discussão sobre o efeito das forças elétricas.
- Instigue os alunos a opinarem sobre qual devem ser os fatores relevantes para a força elétrica. Eles devem se convencer de que as cargas envolvidas e a distância entre elas são os principais fatores que influenciam a força elétrica.

- Inicie o applet e explique o que aparece na tela. Duas cargas separadas por uma distância, que é mostrada na tela, e com cargas dadas por q_1 e q_2 em Coulombs. A força em Newtons também é apresentada na tela.
- Altere os valores das cargas por meio dos controles deslizantes, para que os alunos percebam os efeitos de se alterar as cargas. É fácil perceber que se uma das cargas é reduzida a 1/3 do seu valor, a força também passa a ser 1/3 da original.
- Altere a posição da carga da esquerda e ilustre o que acontece com a força. Se a distância é reduzida à metade, a força fica 4 vezes maior.
- Note que, para facilitar a visualização, os valores exibidos são aproximados para conter apenas duas casas decimais, o que pode dar origem a pequenas discrepâncias numéricas.

Aspectos pedagógicos

Geralmente, a Lei de Coulomb é apresentada diretamente como uma fórmula. Este applet se apresenta como uma boa alternativa a esta abordagem, já que permite visualizar os efeitos da Lei de Coulomb e sondar a dependência da força com as cargas e com a distância entre elas.

Dependendo da turma, ao indagar os alunos sobre os fatores que podem influenciar a força, um aluno pode sugerir que o meio em que as cargas estão inseridas pode ser um dos fatores. De fato, ele está certo, já que a Lei de Coulomb é F = k(q1).(q2)/d2 , e o k pode mudar de um meio para o outro.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Carga Elétrica, Processos de Eletrização e Lei de Coulomb. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento da avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 6. A seguir apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado neste material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios - Eletrostática e Lei de Coulomb

1. (UFBA 2011)

> Ao construir a primeira bateria, no fim de 1799, quando não era conhecida a existência de átomos, íons ou elétrons, Alexandre Volta tentava replicar os órgãos que produzem energia no peixe-elétrico ou na raia-elétrica, segundo observa Giuliano Pancaldi, historiador de ciência da Universidade de Bolonha, na Itália.
>
> A tendência de a carga elétrica migrar entre diferentes substâncias era conhecida por Volta; entretanto, não sabia ele que, em sua bateria, as cargas positivas se moviam no sentido oposto ao do − fluido elétrico − do lado externo. Somente um século depois dessa descoberta, os especialistas chegaram a um consenso sobre o funcionamento de baterias, que hoje têm a mesma estrutura básica de 1799.
>
> Durante o funcionamento de uma bateria, os átomos do ânodo liberam elétrons que alcançam um cátodo ávido por essas partículas. Os átomos do ânodo, despojados de elétrons, tornam-se íons positivos e são atraídos na direção dos elétrons que se acumulam no cátodo. Para recarregar uma bateria, o procedimento é inverso (CASTELVECCHI, 2009, p. 59).

A partir da análise dessas informações e com base em conhecimentos das Ciências Naturais, é correto afirmar:

(1) O "fluido elétrico" da bateria de Volta é constituído por partículas que têm a mesma carga das partículas que formam os raios catódicos em lâmpadas fluorescentes.

(2) Seres vivos que geram descargas elétricas, como certas espécies de peixes, obtêm energia metabólica, realizando um processo que é exclusivo da Classe *Pisces*.

(4) A descoberta dos elétrons, no início do século XX, ocorreu durante a famosa experiência da lâmina de ouro, realizada por Ernest Rutherford.

(8) A produção de energia elétrica por peixes evidencia o aproveitamento total da energia incorporada a partir dos alimentos.

(16) Uma bateria com força eletromotriz de 12,0V e resistência elétrica interna igual a 0,5Ω, pode fornecer uma corrente elétrica com intensidade de, no máximo, 24,0A quando seus terminais estão unidos através de um fio de resistência desprezível.

(32) Uma bateria de telefone celular, com carga de 1,1Ah e tempo de duração de 150,0min, fornece corrente elétrica de intensidade média igual a 440,0mA.

2. (UNICAMP 2013) O carro elétrico é uma alternativa aos veículos com motor a combustão interna. Qual é a autonomia de um carro elétrico que se desloca a 60 Km/h, se a corrente elétrica empregada nesta velocidade é igual a 50 A e a carga máxima armazenada em suas baterias é q= 75 Ah?

   a. 40,0 km.
   b. 62,5 km.
   c. 90,0 km.
   d. 160,0 km.

3. (G1 - CFTMG 2013) O meio que conduz melhor a eletricidade é a(o)

   a. ar, devido à facilidade de propagar o relâmpago.
   b. metal, porque possui maior número de cargas livres.
   c. plástico, pois deriva-se do petróleo, grande fonte de energia.
   d. madeira, uma vez que as árvores atraem raios em dias de tempestade.

4. (UFPE 2013) Um fio metálico e cilíndrico é percorrido por uma corrente elétrica constante de 0,4 A. Considere o módulo da carga do elétron igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C. Expressando a ordem de grandeza do número de elétrons de condução que atravessam uma seção transversal do fio em 60 segundos na forma 10^N, qual o valor de N?

5. (G1 - CFTMG 2012) A corrente elétrica nos materiais sólidos, líquidos e gasosos depende da existência de grande quantidade de portadores de carga elétrica livres. Dos materiais apresentados a seguir, aquele que atende a essa condição é

   a. a água pura, no estado líquido.
   b. o ar atmosférico, em um dia bem seco.
   c. o diamante puro, em estado sólido natural.
   d. o alumínio sólido, à temperatura ambiente.

6. (UFPA 2011) O acelerador de partículas LHC, o Grande Colisor de Hadrons (Large Hadron Collider), recebeu da imprensa vários adjetivos superlativos: "a maior máquina do mundo", "o maior experimento já feito", "o big-bang recriado em laboratório", para citar alguns. Quando o LHC estiver funcionando a plena capacidade, um feixe de prótons, percorrendo o perímetro do anel circular do acelerador, irá conter 10^{14} prótons, efetuando 10^4 voltas por segundo, no anel.

Considerando que os prótons preenchem o anel uniformemente, identifique a alternativa que indica corretamente a corrente elétrica que circula pelo anel. **Dado:** carga elétrica do próton $1,6 \times 10^{-19}$.

a. 0,16 A
b. $1,6 \times 10^{-15}$ A
c. $1,6 \times 10^{-29}$ A
d. $1,6 \times 10^{-9}$ A
e. $1,6 \times 10^{-23}$ A

7. (G1 - UTFPR 2011) A passagem da corrente elétrica pode produzir calor. Instalações elétricas mal feitas, uso de materiais de baixa qualidade ou desgaste de materiais antigos podem provocar curto-circuito. Para evitar-se riscos de incêndios, as instalações elétricas devem conter um dispositivo de segurança denominado:

   a. fusil.
   b. resistor.
   c. estabilizador de tensão.
   d. disjuntor.
   e. relógio de luz.

8. (UFOP 2010) Em uma tarde de tempestade, numa região desprovida de para-raios, a antena de uma casa recebe uma carga que faz fluir uma corrente de $1,2 \times 10^{4}$ A, em um intervalo de tempo de 25×10^{-6} s. Qual a carga total transferida para a antena?

   a. 0,15 C
   b. 0,2 C
   c. 0,48 C
   d. 0,3 C

Gabarito Comentado

Resposta da questão 1:

(01 + 16 + 32) = 49.

(01) Correta. O "fluido elétrico" da bateria de Volta é formado por elétrons livres. Os raios catódicos também são formados por feixe de elétrons. Portanto, ambos têm mesma carga.

(04) Incorreta. A descoberta do elétron deve-se aos experimentos com raios catódicos (feixe de elétrons) realizados por J. J. Thomson. A experiência da lâmina de ouro de Rutherford resultou no modelo "planetário" do átomo.

(08) Incorreta. A energia incorporada a partir dos alimentos é usada para o peixe para suas atividades (manter-se vivo, nadar), e pode, eventualmente, ser parcialmente transformada em energia elétrica.

(16) Correta. Da primeira lei de Ohm:

$$U = R\,i \quad \Rightarrow \quad i = \frac{U}{R} = \frac{12}{0,5} = 24 \text{ A}.$$

(32) Correta. Dados: **Q** = 1,1 Ah; **Δt** = 150 min = 2,5 h.

Da definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} = \frac{1{,}1\ A \cdot \cancel{h}}{2{,}5\ \cancel{h}} \Rightarrow i = 0{,}44\ A = 440\ mA.$$

Resposta da questão 2: [C]

A quantidade de carga elétrica contida na bateria é dada por:

$$q = i \cdot \Delta t$$
$$75Ah = 50A \cdot \Delta t$$
$$\Delta t = \frac{75}{50} h$$
$$\Delta t = 1{,}5h$$

Sabendo que a autonomia (em horas) da bateria é 1,5 horas temos:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$
$$\Delta s = 60 \cdot 1{,}5$$
$$\Delta s = 90\ km$$

Resposta da questão 3: [B]

Os melhores condutores de eletricidade são os metais porque possuem os elétrons da camada mais externa mais fracamente ligados ao núcleo, sendo facilmente transportados, quando se estabelece uma diferença de potencial entre os terminais do condutor.

Resposta da questão 4: 20.

Da definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n\ e}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{i\ \Delta t}{e} = \frac{0{,}4 \cdot 60}{1{,}6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1{,}5 \times 10^{20}.$$

$$10^N = 10^{20} \Rightarrow N = 20.$$

Resposta da questão 5: [D]

Das substâncias apresentadas, a única condutora é o alumínio sólido, à temperatura ambiente.

Resposta da questão 6:

Calculando a corrente (i_{BAT}) antes da inserção do resistor R_3:

$$i_{BAT} = \frac{E}{R_{eq.}} = \frac{9}{2400}$$

Assim, o resistor R_2 fica submetido a uma tensão elétrica (U_2) dada por:

$$U_2 = R_2 . i_{BAT}$$
$$U_2 = 800 . \frac{9}{2400}$$

$U_2 = 3V \rightarrow$ tensão antes da inserção de R_3

Segundo o enunciado, a inserção do resistor R_3 em paralelo com o resistor R_2 resultou em uma redução na tensão elétrica no resistor R_2 para 1/3 do valor inicial. Chamando de U_2 a tensão elétrica que o resistor R_2 ficou submetido após a inserção do resistor R_3, temos:

$$U_2' = \frac{U_2}{3} = 1V \rightarrow \text{ tensão após a inserção de } R_3$$

Assim sendo, o resistor R_1 fica agora submetido a uma tensão (U_1') de 8V, o que possibilita calcularmos a corrente que atravessa a bateria após a inserção de R_3 (chamaremos de i_{BAT}').

$$U_1' = R_1 . i_{BAT}'$$
$$8 = 1600 . i_{BAT}'$$
$$i_{BAT}' = \frac{8}{1600} = \frac{1}{200}$$
$$i_{BAT}' = \frac{1}{200} A$$

Utilizando a lei de Pouillet, podemos agora calcular a nova resistência equivalente do circuito ($R_{eq.}'$):

$$i_{BAT}' = \frac{E}{R_{eq.}'}$$
$$\frac{1}{200} = \frac{9}{R_{eq.}'}$$
$$\therefore R_{eq.}' = 1800\ \Omega$$

Resposta da questão 7: [D]

Os disjuntores são dispositivos modernos que desligam quando a corrente atinge valores além dos pré-dimensionados, como no caso dos curtos-circuitos.

Resposta da questão 8: [D]

$$|Q| = i\ \Delta t = 1{,}2 \times 10^4 \times 25 \times 10^{-6} \quad \Rightarrow \quad |Q| = 0{,}3\ C.$$

MATERIAL DO PROFESSOR

Aprendendo sobre as correntes elétricas

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizadas e/ou adaptadas, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 7 – Aprendendo sobre as correntes elétricas –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo de correntes; para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da eletrostática. Apresentamos algumas atividades experimentais que ilustram a diversidade do assunto, trazendo novos e divertidos experimentos sobre um tema tão vasto como o de correntes elétricas.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	4	7	4

Titulo da unidade	Tema
Aprendendo sobre as correntes elétricas	Corrente elétrica

Objetivos da unidade
Conceituar corrente elétrica
Calcular o fluxo de elétrons em uma corrente
Diferenciar o sentido do fluxo de elétrons e da corrente elétrica
Identificar os diferentes tipos de corrente elétrica
Calcular a resistência elétrica de um resistor

Seções	Páginas no material do aluno
1. A ocorrência da corrente elétrica	183 a 188
2. O sentido convencional da corrente elétrica	189 a 192
3. Diferença de potencial elétrico ou voltagem	192 a 193
4. Resistência elétrica	194

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

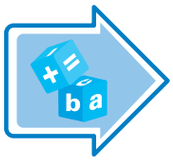
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.

Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.

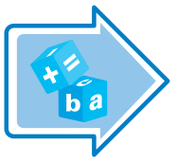
Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Exercícios

Proposições de exercícios complementares

Atividade Inicial

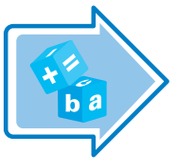
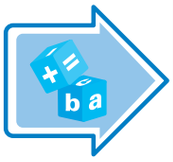
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Bateria de frutas e legumes	Dois pedaços de fio elétrico fino de 20 cm cada um, duas moedas de 5 centavos de real (ou dois parafusos de cobre ou, ainda, duas placas de cobre), 2 parafusos galvanizados (ou duas placas de zinco), um LED (de preferência, vermelho, pois este opera com baixa voltagem: só 1.8 V) e uma batata grande.	Mostraremos que algumas frutas e legumes podem ser usados como fonte de energia elétrica. Como exemplo, vamos acender um LED utilizando uma batata. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12-Ativ -Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

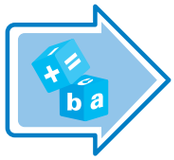
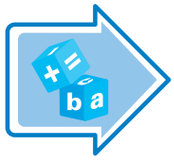
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir correntes elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm^2) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (on – off); Conector sindal 3 vias; Alicate de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, procuramos familiarizar os alunos ao uso de instrumentos de medidas de grandezas elétricas e à presença da corrente elétrica no circuito.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos
	Circuito de massinha de modelar	Três pilhas pequenas de 1,5 V cada uma, LEDs de cores variadas e massinha de modelar (feita de sal).	Nesta atividade, vamos aproveitar a flexibilidade da massinha de modelar para montar diferentes circuitos e explorar de modo divertido algumas propriedades da corrente elétrica. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12--Sec1e2.wmv).	grupos de 4 ou 5 alunos	40 minutos.
	Corrente na área	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un12_Sec1.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxilia na discussão do conceito de corrente elétrica. Com ele é possível controlar a quantidade de cargas (elétrons) que atravessa uma área transversal, bem como o tempo (em segundos) que essas cargas demoram para efetuar tal travessia. Os valores da carga (em Coulombs) e da corrente (em Ampères) são exibidos na tela. Ao clicar sobre o botão 'iniciar', as cargas são animadas e atravessam a área transversal. A fim de alterar os parâmetros e visualizar uma nova animação, é preciso acionar o botão 'reiniciar'.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Seção 4 – Resistência elétrica

Páginas no material do aluno

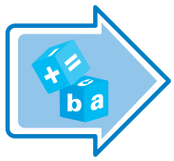
192 a194

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Potencial de uma carga puntiforme	Applet (Fisica_ Mod3_Un12_Sec3. jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão do conceito de diferença de potencial. Com ele, é possível calcular rapidamente o potencial elétrico devido a uma carga puntiforme em dois pontos distintos do espaço e obter a diferença de potencial entre estes pontos. Os dois pontos espaciais são representados por um quadrado e um círculo, que podem ser arrastados para novas posições, utilizando o *mouse*. O valor da carga elétrica puntiforme pode ser facilmente modificado na interface gráfica.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos
	Usando o multímetro para medir tensões elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm^2) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (*on – off*); Conector sindal 3 vias; Alicate de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, o professor irá explorar os conceitos de um circuito elétrico, assim como o conceito de diferença de potencial.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos
	Usando o multímetro para medir resistências elétricas	3 Resistores de 1kΩ; Multímetro digital	Durante esta prática, o professor terá a oportunidade de comprovar, junto a seus alunos, a dependência direta da resistência com o comprimento do resistor e a dependência inversa da resistência com a secção transversal do resistor. Mais uma vez, façamos uso do multímetro e de alguns resistores comerciais (1kΩ).	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Corrente Elétrica, Fluxo de Elétrons e Resistência Elétrica. Um arquivo contendo a Lista de Exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Bateria de frutas e legumes	Dois pedaços de fio elétrico fino de 20 cm cada um, duas moedas de 5 centavos de real (ou dois parafusos de cobre ou, ainda, duas placas de cobre), 2 parafusos galvanizados (ou duas placas de zinco), um LED (de preferência, vermelho, pois este opera com baixa voltagem: só 1.8 V) e uma batata grande.	Mostraremos que algumas frutas e legumes podem ser usados como fonte de energia elétrica. Como exemplo, vamos acender um LED utilizando uma batata. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12--Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Aspectos operacionais

- Para estimular a participação dos alunos, inicie o experimento com uma conversa sobre como a energia elétrica está presente em nosso dia a dia e como ela, neste momento, se tornou indispensável. Lembre a eles o caos que fica a cidade num dia de apagão.
- Agora, para provocá-los, lance uma pergunta do tipo: sabemos que os alimentos são fontes de energia para os seres humanos, mas será que eles também podem ser fontes de energia elétrica?
- Para mostrar aos alunos que alguns alimentos se comportam como baterias, proponha a eles acender um LED utilizando apenas uma batata.
- Primeiro, finque um parafuso galvanizado (coberto por uma camada de zinco) numa extremidade da batata e uma moedinha na outra. Se você tiver um multímetro, poderá observar que a voltagem gerada é de aproximadamente 0,9 V (veja Fig. 1)
- Essa voltagem não é suficiente para acender um LED (1,8 V). Para obter a voltagem desejada, montaremos um circuito em série.
- Corte a batata ao meio (os pedaços serão chamados de metade 1 e metade 2). Finque um parafuso e uma moeda nas extremidades de cada metade Perceba que agora temos duas pilhas. Com a ajuda de um multímetro, você poderá verificar que cada pilha fornece uma faixa de 0,9 V (veja Fig. 2).
- Para ligar as pilhas em série, utilize um pedaço de fio para conectar o parafuso da metade 1 com a moeda da metade 2. Se precisar, utilize fita isolante para fixar o fio. Essa montagem equivale a uma pilha de aproximadamente 1,8 V (veja Fig. 3).

- Para acender o LED, conecte uma das extremidades do segundo pedaço de fio ao parafuso da metade 2 e a outra extremidade do fio com uma das pernas do LED.
- Encoste a perna livre do LED na moeda fincada na metade 1 (veja o resultado final na Fig. 4). Essas duas pilhas podem manter o LED aceso por alguns dias. Se tivéssemos usado duas batatas inteiras, o LED poderia permanecer aceso por mais de uma semana.
- Lembre-se de que o LED só deixa passar corrente num sentido; assim, se ele não acender na 1ª tentativa, inverta a ligação das pernas do LED com o fio e a moeda.
- Se ainda assim o LED não acender, tente conectar mais batatas em série, para obter uma voltagem final mais alta.
- Para enriquecer ainda mais a aula, você pode testar a eletricidade em outros alimentos. Cenoura, beterraba, chuchu, limão e laranja também são fontes de energia elétrica. Todos eles fornecem uma voltagem de aproximadamente 0,9 V. Outra forma de explorar esse experimento é utilizando outros pares de metais, por exemplo: cobre/zinco, magnésio/ferro, alumínio/cobre, prego zincado/cobre, etc.
- Observe que todo material culinário que for utilizado neste experimento deve ser descartado (pois eles podem conter metal diluído).

Figuras ilustrativas da Montagem Experimental:

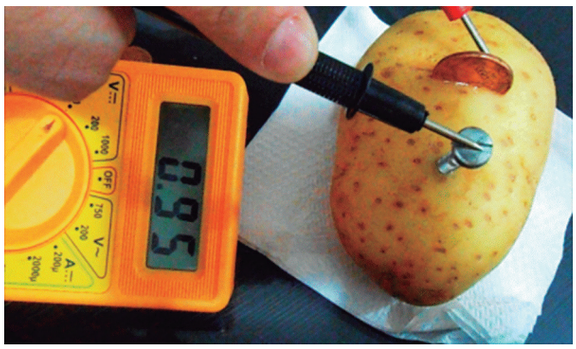


Figura 1

Figura 2

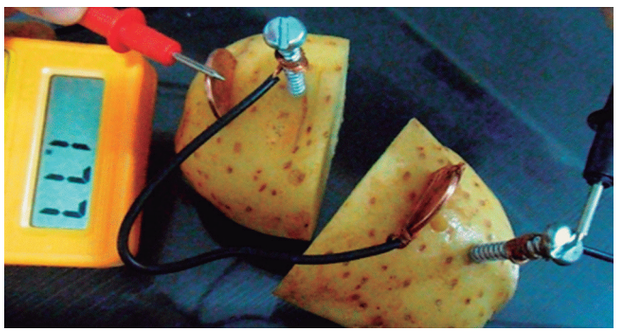


Figura 3

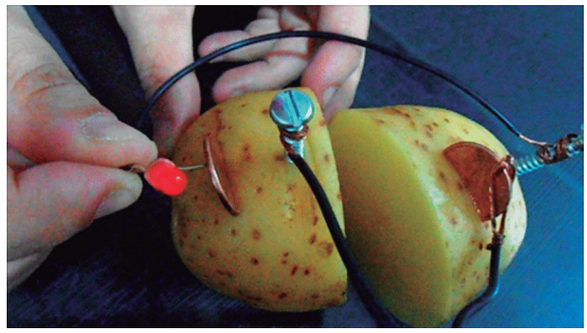


Figura 4

Aspectos pedagógicos

Após a apresentação do experimento, os alunos devem ficar bastante curiosos para entender o funcionamento dessa pilha feita com uma batata e dois metais. Nesse momento, você pode fornecer a eles uma explicação bem simples, baseada no funcionamento do circuito com uma batata inteira, um prego e uma moeda conectados externamente por um fio. Algumas dicas: pilhas são dispositivos onde ocorrem reações químicas espontâneas que geram corrente elétrica. Elas são formadas por dois eletrodos (terminais positivo e negativo) e um eletrólito (solução aquosa formada por íons). No nosso caso, a batata funciona como a solução eletrolítica. Ela contém o ácido fosfórico (H_3PO_4), que se dissolve em sua própria água e se dissocia em íons positivos e negativos. Esses íons podem se movimentar porque ficam livres na solução e são arrastados pela água. O prego de zinco funciona como o terminal negativo da pilha, e a moeda como o terminal positivo. Vejamos por quê. O zinco se dissolve no líquido eletrolítico, transformando-se em íons Zn^{2+} e 2 elétrons. Os íons Zn^{2+} se misturam com a solução da batata, e os 2 elétrons livres são deixados no metal (no prego). Essa reação pode ser escrita como:

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

Enquanto os íons de zinco entram na solução, dois íons de hidrogênio ($2H^+$) da solução se combinam com 2 elétrons da superfície da moeda de cobre e formam o gás hidrogênio, que escapa para o ar. Essa reação pode ser escrita como:

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

Os elétrons livres deixados no prego de zinco passam pelo fio externo e vão suprir a placa de cobre que havia perdido dois elétrons. Esse fluxo de elétrons é o responsável por acender o LED. A energia elétrica vem da energia química liberada durante a reação do zinco com a solução ácida.

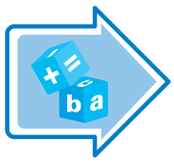
Para entender como o circuito funciona convencionalmente de forma fechada, lembre-se de que o fluxo de elétrons, por meio do fio externo do prego para a moeda, representa uma corrente positiva no sentido contrário (da moeda para o prego). Já dentro da batata, existe um fluxo de íons positivos (tanto Zn^{2+} quanto H^+) do prego para a moeda (os íons positivos são atraídos para a moeda para se combinarem com os elétrons que estão chegando do prego), fechando o circuito.

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

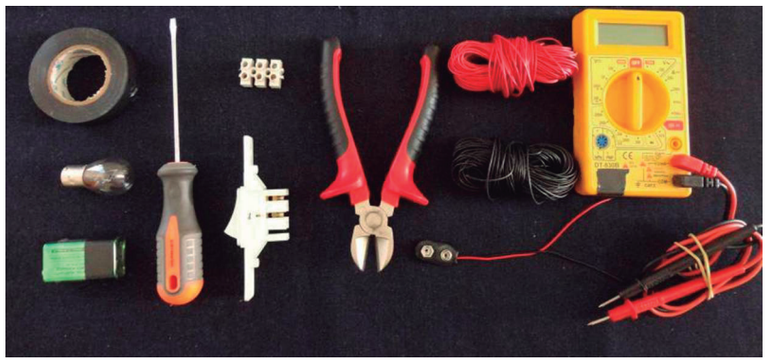
183 a 192

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir correntes elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm^2) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (on – off); Conector sindal 3 vias; Alicate de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, procuramos familiarizar os alunos ao uso de instrumentos de medidas de grandezas elétricas e à presença da corrente elétrica no circuito.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Aspectos operacionais

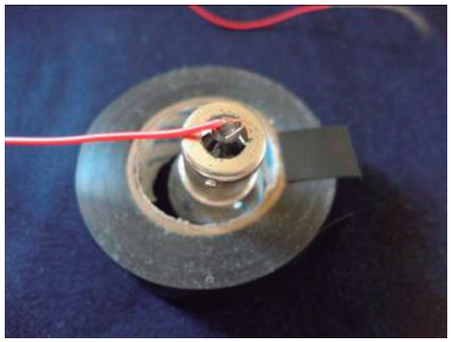
A princípio, o uso do multímetro parece ser algo muito complexo, porém a utilização do mesmo acaba sendo um benefício tanto para a vida cotidiana do aluno da Nova EJA quanto para o desempenho das aulas do professor. Os alunos, familiarizando-se com as técnicas de medida elétrica, poderão evitar danos em equipamentos e perigos à sua saúde.

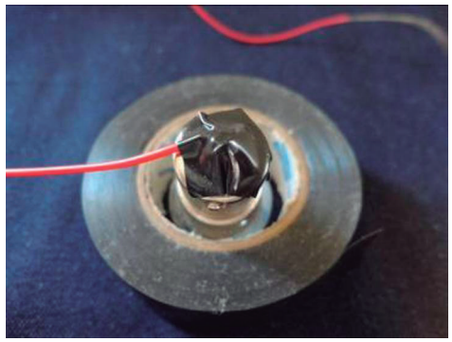
- Confira, na imagem a seguir, os materiais necessários para a realização do experimento.



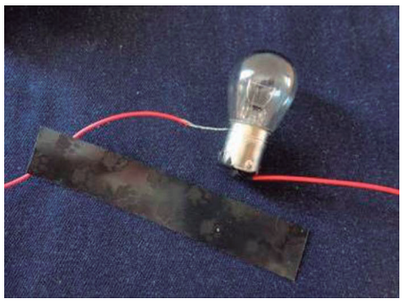
- Posicione a chave seletora do multímetro no maior valor possível de corrente elétrica (10A – lembre-se de mudar a ponta de prova vermelha de posição).

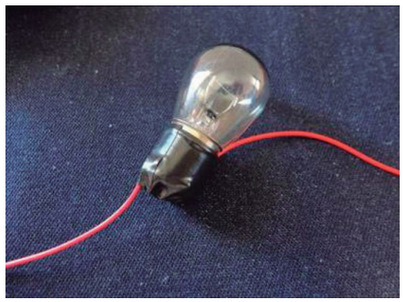
- Conecte o terminal vermelho do clip de bateria ao borne inferior da lâmpada (se possível, use um pedaço de fio vermelho).

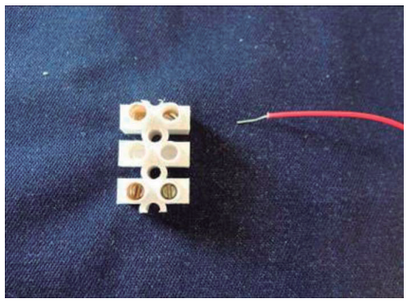




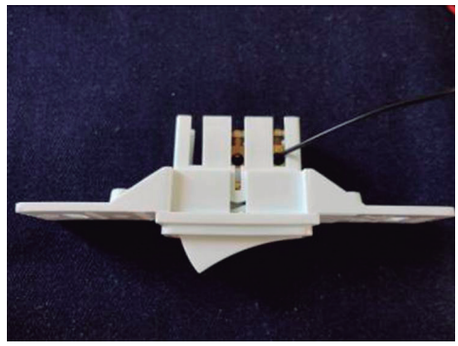
- Desencape uma das extremidades do fio e circule o borne ao redor da lâmpada; a outra extremidade conecte a um lado do conector sindal (lembre-se de usar a fita isolante para evitar curto-circuito).



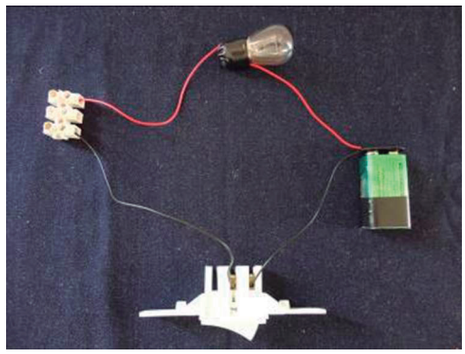




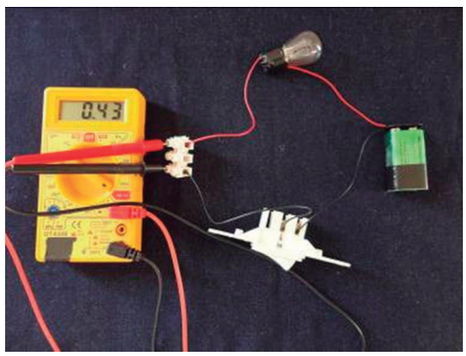
- Conecte o terminal preto do clip de bateria em um dos bornes da chave liga e desliga.



- Conecte o segundo borne da chave liga e desliga à extremidade do conector sindal (se possível, use um pedaço de fio preto).



- Do lado oposto do conector sindal, acople o multímetro.



Aspectos pedagógicos

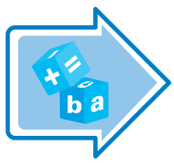
- O uso do multímetro deve ser coordenado pelo professor, para evitar o posicionamento errôneo da chave seletora do mesmo.
- O aluno pode ser levado a crer que a chave liga e desliga não terá efeito quando posicionada após a lâmpada e que a mesma permanecerá acesa. Vale o professor ressaltar que o sentido convencional da corrente elétrica foi interrompido.
- Manter a lâmpada acesa por muito tempo acarreta o descarregamento rápido da bateria de 9V, devido à alta potência da lâmpada (25W); assim, evite o acionamento longo do interruptor.
- Caso o professor possua, à disposição, lâmpadas específicas para a tensão de 9V, terá um desenvolvimento melhor do experimento.

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Circuito de massinha de modelar	Três pilhas pequenas de 1,5 V cada uma, LEDs de cores variadas e massinha de modelar (feita de sal).	Nesta atividade, vamos aproveitar a flexibilidade da massinha de modelar para montar diferentes circuitos e explorar de modo divertido algumas propriedades da corrente elétrica. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12-Sec1e2.wmv).	grupos de 4 ou 5 alunos	40 minutos.

Aspectos operacionais

- Uma boa maneira de iniciar esta atividade é chamando a atenção dos alunos para o seguinte fato: embora poucos se deem conta, a massinha de modelar feita com sal é uma boa condutora de eletricidade. Que tal, então, aproveitar essa propriedade da massinha para aprender um pouco sobre corrente elétrica? A vantagem da massinha sobre o fio é que sua maleabilidade permite criar diferentes configurações e conexões com muita facilidade.
- Esta atividade pode ser realizada de forma demonstrativa pelo professor, mas a aula será mais divertida se os alunos puderem brincar com a massinha e construir seus próprios circuitos. Por isso, sugerimos que a turma seja dividida em pequenos grupos (4 ou 5 alunos cada um).

- Cada grupo de alunos deve estar munido de três pilhas (1,5 V), massinha de modelar e um ou dois LEDs.
- Primeiramente, oriente os alunos a conectar as pilhas em série para obter uma voltagem de 4,5 V (suficiente para acender os LEDs). Eles devem usar fita isolante para manter as pilhas em contato.
- Para criar o circuito, peça aos alunos para tomar duas porções de massinha e enrolá-las, de modo a obter dois cilindros compridos. Por último, eles devem conectar cada cilindro de massinha a um dos polos do conjunto de pilhas.
- Se você tiver um multímetro, poderá testar a voltagem do circuito, conectando os cilindros de massinha. Ela deve ser menor que a voltagem da associação de pilhas, pois a massinha, apesar de ser uma boa condutora de eletricidade, apresenta uma resistência bem maior que a de um metal.
- Agora, utilizando os LEDs, podem-se testar algumas propriedades da corrente e da resistência que são apresentadas nesta Unidade. Por exemplo:

1. Circuito aberto e fechado

   Para comparar as duas situações, faça as conexões como mostrado nas Figuras 1a e 1b. Mostre que, no caso do circuito fechado, fluirá uma corrente e o LED acenderá.

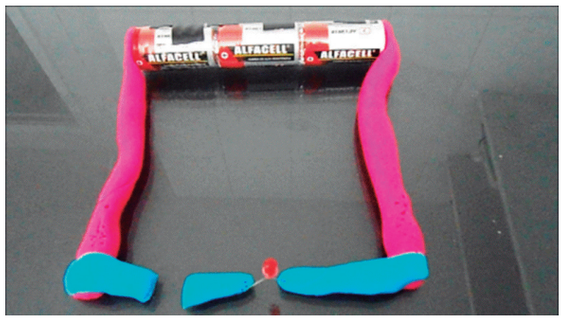


Figura 1-a

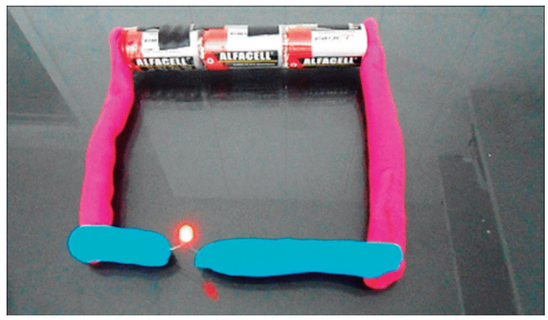


Figura 1-b

2. Corrente contínua e sentido da corrente

   Experimente conectar o LED com os cilindros de massinha das duas maneiras possíveis e mostre que, como a corrente gerada pela pilha é continua (só flui em um sentido) e o LED só deixar passar corrente também em um único sentido, ele só acende quando ligado de maneira que esses dois sentidos sejam coincidentes (a perna maior do LED indica seu polo positivo; ligue-o ao polo positivo da pilha).

3. Condutores e isolantes

   Feche o circuito (como mostrado nas Figuras 2-a e 2-b), utilizando materiais condutores e isolantes, e mostre que, no caso dos condutores, haverá passagem de corrente e o consequente acendimento do LED.

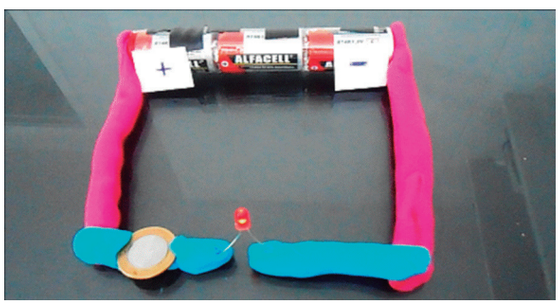


Figura 2-a

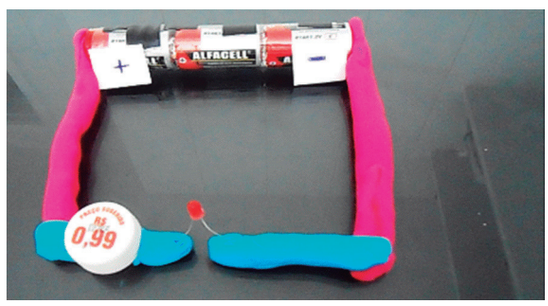


Figura 2-b

4. A corrente prefere passar pelo caminho que oferece a menor resistência. Veja, na Figura 3-a, que a corrente toma o caminho pelo LED e este acende com grande brilho. Para prosseguir pelo caminho longo da massinha, a corrente teria que vencer a resistência enorme do ar que separa as duas extremidades de massinha.

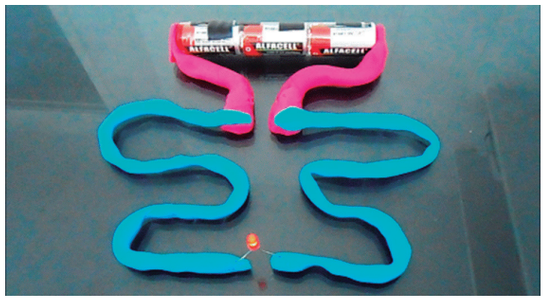


Figura 3-a

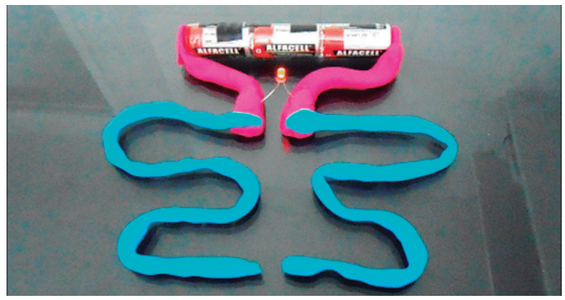


Figura 3-b

5. A massinha não é um condutor perfeito (condutor que possui resistência nula, como os supercondutores). Veja, na Figura 3-b, que, devido à resistência do longo caminho de massinha que a corrente tem que percorrer, o LED, conectado às extremidades da massinha, brilha com pouca intensidade.

Aspectos pedagógicos

Num primeiro momento, é importante que os alunos montem o circuito conforme mostrado acima, para estudar o comportamento da corrente elétrica. No entanto, pode-se abrir espaço para eles mostrarem sua criatividade numa tarefa de casa. Eles podem, por exemplo, moldar bichinhos, bonequinhos ou carrinhos com massinha de modelar intercalada com algum isolante e utilizar os LEDs para dar um caráter eletrônico a suas criações. Esse trabalho poderá ser apresentado à turma numa outra aula e até valer alguns pontinhos na média. Os alunos que tiverem filhos poderão se divertir em casa realizando esse desafio.

É importante frisar que as sugestões aqui apresentadas para explorar essa atividade não esgotam todo o seu potencial. Essa atividade possui várias abordagens e poderá ser reapresentada em outros momentos para verificar o conteúdo já apresentado ou para introduzir novos conceitos.

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Corrente na área	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un12_Sec1.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxilia na discussão do conceito de corrente elétrica. Com ele é possível controlar a quantidade de cargas (elétrons) que atravessa uma área transversal, bem como o tempo (em segundos) que essas cargas demoram para efetuar tal travessia. Os valores da carga (em Coulombs) e da corrente (em Ampères) são exibidos na tela. Ao clicar sobre o botão 'iniciar', as cargas são animadas e atravessam a área transversal. A fim de alterar os parâmetros e visualizar uma nova animação, é preciso acionar o botão 'reiniciar'.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Muitas vezes, os alunos têm dificuldade em conectar os conceitos de corrente elétrica e carga elétrica. Inicie uma discussão sobre a origem da corrente elétrica em materiais condutores ou em uma solução de água e sal. Os alunos devem se convencer de que ela é proveniente da grande mobilidade dos elétrons no condutor, no primeiro caso, e do movimento dos íons, no segundo.
- Duas ideias-chave devem aparecer nesta discussão: a quantidade de elétrons influencia a corrente, bem como sua velocidade (ou o tempo que demoram para se deslocar entre dois pontos). Apresente essas ideias, se elas não surgirem.
- Inicie o applet e comente sobre o que é exibido e sobre os controles disponíveis. Reforce a ideia de que cada pontinho verde representa um elétron. Ajuste o controle deslizante para que apenas um elétron seja exibido e chame a atenção dos alunos para a carga exibida.
- Altere, então, o valor do tempo e comente sobre como a corrente muda neste caso.

- Escolha um valor para o número de elétrons e para o tempo e, em seguida, clique sobre o botão 'iniciar'.
- Acione o botão 'reiniciar' e repita a operação com outros valores para os parâmetros.

Aspectos pedagógicos

Ao discutir a condução de corrente elétrica, principalmente no caso de metais, deve-se enfatizar que estes elétrons, apesar de possuírem grande mobilidade, colidem diversas vezes com a rede cristalina, esquentado a rede através do efeito Joule. Isso não é ilustrado neste applet.

A ideia de que a corrente não depende só da carga deve ser reforçada. Inicie a animação com o máximo de cargas (30) e o máximo de tempo (10 segundos) e veja que a corrente produzida é a mesma do que a de apenas 3 cargas no menor tempo permitido pelo applet (1 segundo).

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Seção 4 – Resistência elétrica

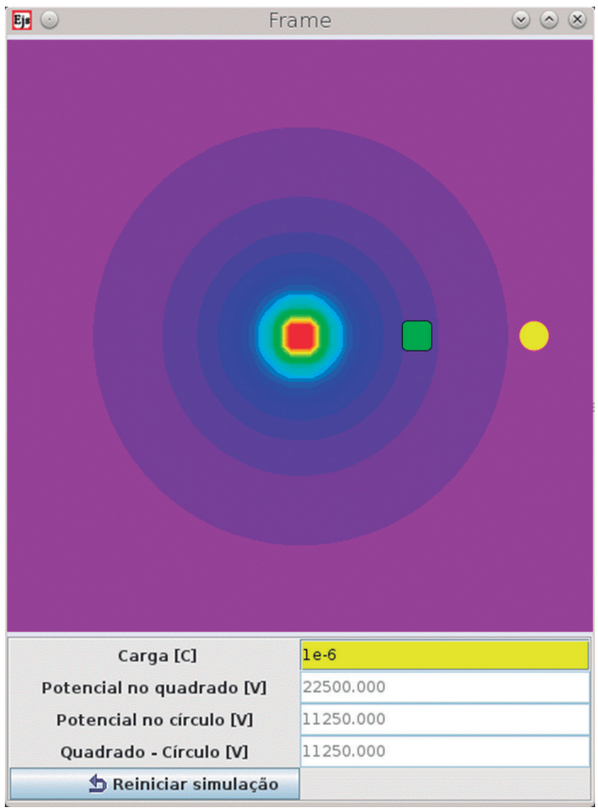
Páginas no material do aluno

192 a 194

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Potencial de uma carga puntiforme	Applet (Fisica_Mod3_Un12_Sec3.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão do conceito de diferença de potencial. Com ele, é possível calcular rapidamente o potencial elétrico devido a uma carga puntiforme em dois pontos distintos do espaço e obter a diferença de potencial entre estes pontos. Os dois pontos espaciais são representados por um quadrado e um círculo, que podem ser arrastados para novas posições, utilizando o *mouse*. O valor da carga elétrica puntiforme pode ser facilmente modificado na interface gráfica.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Aspectos operacionais

- Discuta o conceito de potencial elétrico e como ele pode ser calculado no caso simples de uma carga puntiforme.
- Inicie o applet em um computador com Java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: java -jar Fisica_Mod3_Un12_Sec3.jar.



- A carga puntiforme se encontra no centro da imagem. Arraste o quadrado e o círculo para novas posições e alterne quais dos dois se encontra mais próximo da carga, para que os estudantes vejam as mudanças na magnitude e no sinal da diferença de potencial.

Aspectos pedagógicos

Durante a demonstração, os estudantes podem perguntar o que são os círculos presentes nas vizinhanças da carga. Diga que eles representam curvas equipotenciais. Arraste um dos pontos sobre uma delas e mostre que, dentro da margem de erro com a qual você consegue manter o ponto sobre o círculo, o potencial possui o mesmo valor em todos os pontos que estão a uma distância r da carga.

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Seção 4 – Resistência elétrica

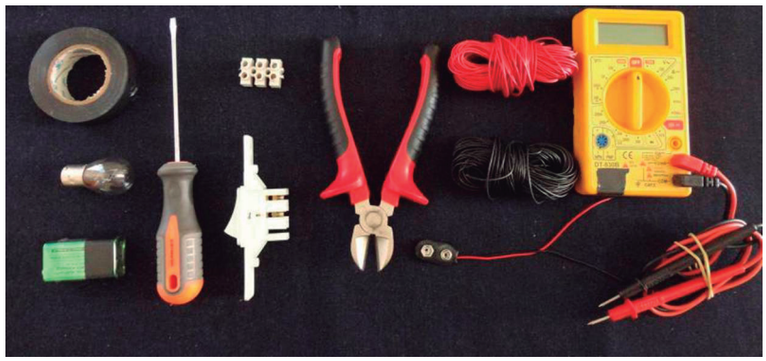
Páginas no material do aluno

192 a 194

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir tensões elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm^2) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (*on – off*); Conector sindal 3 vias; Alicate de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, o professor irá explorar os conceitos de um circuito elétrico, assim como o conceito de diferença de potencial.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

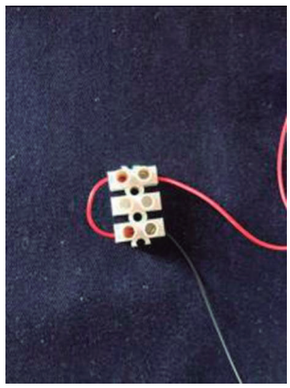
Aspectos operacionais

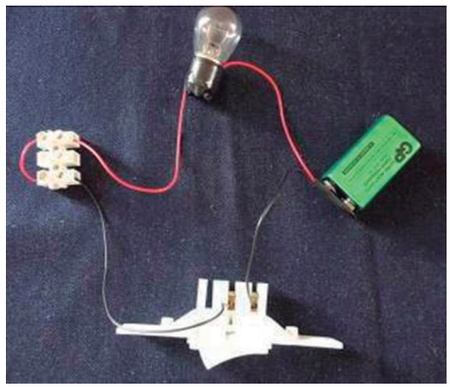
- Confira, na imagem a seguir, os materiais necessários para a realização do experimento.



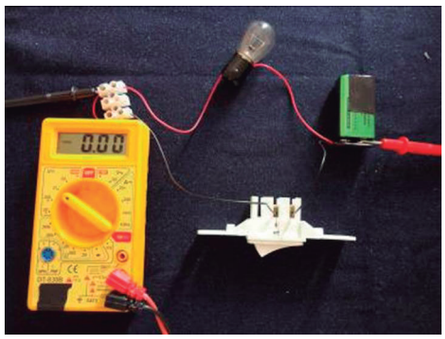
- Posicione a chave seletora do multímetro na posição tensão contínua e no valor 20V.

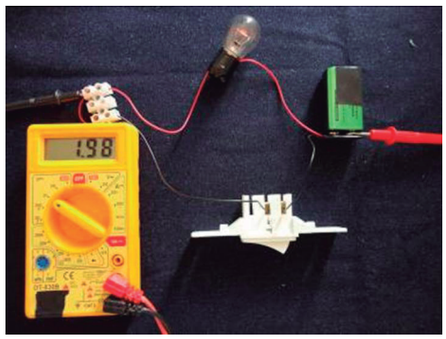
- Com um pequeno pedaço de fio, conecte os terminais traseiros do conector sindal – uma espécie de jumper.





- Posicione as pontas de prova do multímetro nos terminais da lâmpada e observe o valor da diferença de potencial (d.d.p.) estabelecido (obedeça à polaridade).





Aspectos pedagógicos

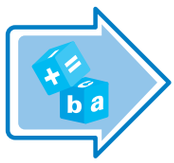
- O uso do multímetro deve ser coordenado pelo professor, para evitar o posicionamento errôneo da chave seletora do mesmo.
- Existe a possibilidade de associarem-se outras lâmpadas em série; assim, medir a d.d.p. uma a uma e somá-las; essa d.d.p. resultante é numericamente igual à d.d.p. da bateria.
- Manter a lâmpada acesa por muito tempo acarreta o descarregamento rápido da bateria de 9V, devido à alta potência da lâmpada (25W); assim, evite o acionamento longo do interruptor.
- Caso o professor tenha, à mão, lâmpadas específicas para a tensão de 9V, terá um desenvolvimento melhor do experimento.

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Seção 4 – Resistência elétrica

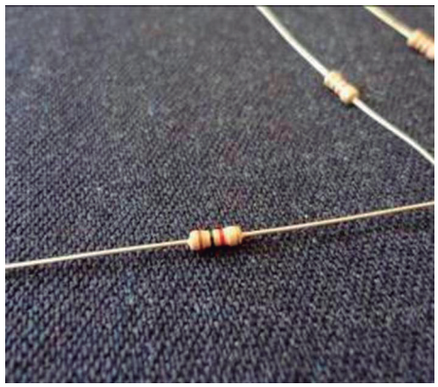
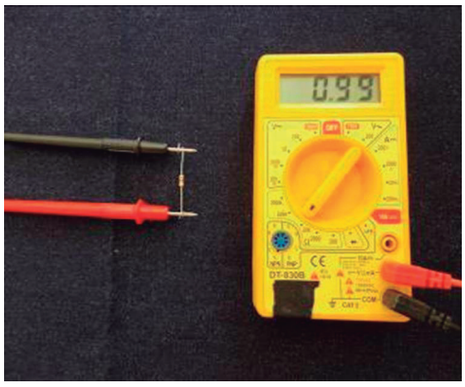
Páginas no material do aluno

192 a 194

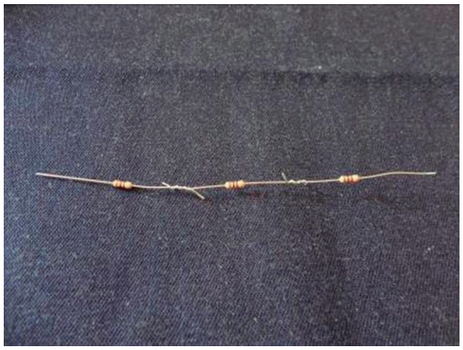
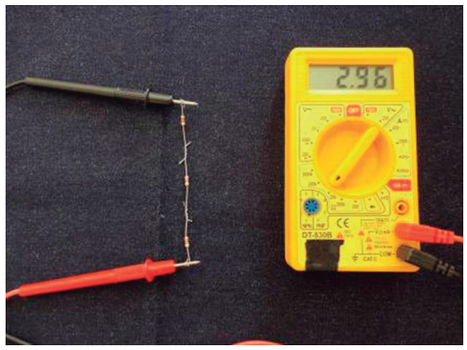
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir resistências elétricas	3 Resistores de 1kΩ; Multímetro digital	Durante esta prática, o professor terá a oportunidade de comprovar, junto a seus alunos, a dependência direta da resistência com o comprimento do resistor e a dependência inversa da resistência com a secção transversal do resistor. Mais uma vez, façamos uso do multímetro e de alguns resistores comerciais (1kΩ).	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Aspectos operacionais

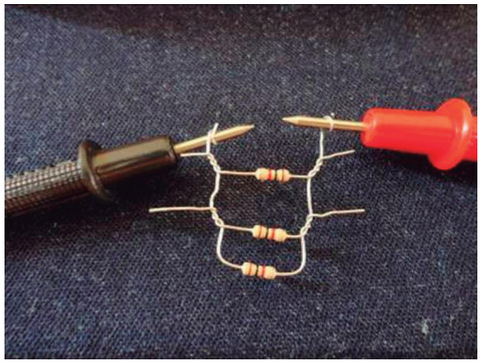
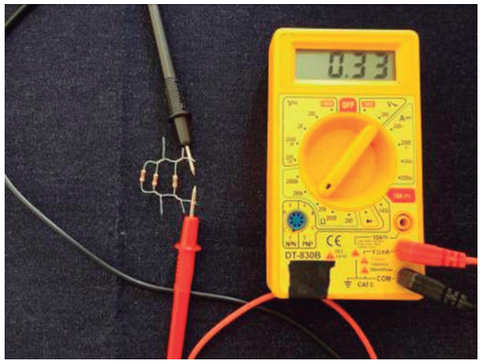
- Ponha o multímetro na posição 20k, para medir resistores até o valor de 20k; verifique o valor de cada resistência (atente para a posição dos cabos no multímetro).

- Estabeleça a arrumação abaixo entre os resistores e conecte as pontas de prova do multímetro nos extremos do arranjo. Evidencie o aumento do comprimento do resistor final, ou seja, uma associação em série (aumento da resistência final).

- Estabeleça a arrumação abaixo entre os resistores e conecte as pontas de prova do multímetro nos extremos do arranjo. Evidencie o aumento da área da secção transversal do resistor final, ou seja, uma associação em paralelo (diminuição da resistência final).

Aspectos pedagógicos

- Com esta prática, os alunos irão se familiarizar com as medidas de resistência elétrica. Vale o professor ratificar a presença dos resistores no dia a dia e a importância de saber mensurá-los, por exemplo, medir os filamentos das lâmpadas automotivas, testar continuidade de fusíveis, comprovar o rompimento de fios, etc.
- Caso o professor decida explorar uma arrumação mista entre os resistores, pode lançar mão do paralelismo entre 2 resistores e, em seguida, conectá-los em série ao terceiro resistor.
- Vale ressaltar que já existem sítios da Internet que comercializam equipamentos eletroeletrônicos, caso o professor queira ir além com as montagens (adquirindo outros resistores, lâmpadas, diodos emissores de luz (LED'S), multímetros, protoboard, etc).
- Não permita a ligação desses resistores à tensão elétrica da rede.
- É possível substituir os mesmos resistores por lâmpadas de baixas tensões.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Corrente Elétrica, Fluxo de Elétrons e Resistência Elétrica. Um arquivo contendo a Lista de Exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento de avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 7. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado nesse material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios: Aprendendo sobre as correntes elétricas

1. (UFPE 2013) Um fio metálico e cilíndrico é percorrido por uma corrente elétrica constante de 0,4 A. Considere o módulo da carga do elétron igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C. Expressando a ordem de grandeza do número de elétrons de condução que atravessam uma seção transversal do fio em 60 segundos na forma 10^N, qual o valor de N?

2. (FUVEST 2010) Medidas elétricas indicam que a superfície terrestre tem carga elétrica total negativa de, aproximadamente, 600.000 Coulombs. Em tempestades, raios de cargas positivas, embora raros, podem atingir a superfície terrestre. A corrente elétrica desses raios pode atingir valores de até 300.000 A. Que fração da carga elétrica total da Terra poderia ser compensada por um raio de 300.000 A e com duração de 0,5 s?

   a. 1/2
   b. 1/3
   c. 1/4
   d. 1/10
   e. 1/20

3. (UNICAMP 2013) O carro elétrico é uma alternativa aos veículos com motor a combustão interna. Qual é a autonomia de um carro elétrico que se desloca a se a corrente elétrica empregada nesta velocidade é igual a 50 A e a carga máxima armazenada em suas baterias é q = 75 Ah?

   a. 40,0 km
   b. 62,5 Km
   c. 90,0 km
   d. 160,0 Km.

4. (UPE 2010) Uma corrente de 0,3 A que atravessa o peito pode produzir fibrilação (contrações excessivamente rápidas das fibrilas musculares) no coração de um ser humano, perturbando o ritmo dos batimentos cardíacos, com efeitos possivelmente fatais. Considerando que a corrente dure 2,0 min, o número de elétrons que atravessam o peito do ser humano vale:

   Dado: carga do elétron = $1,6 \times 10^{-19}$ C

   a. $5,35 \cdot 10^{2}$
   b. $1,62 \cdot 10^{-19}$
   c. $4,12 \cdot 10^{18}$
   d. $2,45 \cdot 10^{18}$
   e. $2,25 \cdot 10^{20}$

5. (UFOP 2010) Em uma tarde de tempestade, numa região desprovida de para-raios, a antena de uma casa recebe uma carga que faz fluir uma corrente de $1,2 \times 10^{4}$ A em um intervalo de tempo de 25×10^{-6} s. Qual a carga total transferida para a antena?

   a. 0,15 C
   b. 0,2 C
   c. 0,48 C
   d. 0,3 C

6. (UFPA 2011) O acelerador de partículas LHC, o Grande Colisor de Hadrons (Large Hadron Collider), recebeu da imprensa vários adjetivos superlativos: "a maior máquina do mundo", "o maior experimento já feito", "o big-bang recriado em laboratório", para citar alguns. Quando o LHC estiver funcionando a plena capacidade, um feixe de prótons, percorrendo o perímetro do anel circular do acelerador, irá conter 10^{14} prótons, efetuando 10^{4} voltas por segundo, no anel. Considerando que os prótons preenchem o anel uniformemente, identifique a alternativa que indica corretamente a corrente elétrica que circula pelo anel.

   Dado: carga elétrica do próton $1,6 \times 10^{-19}$ C

   a. 0,16 A
   b. $1,6 \times 10^{-15}$ A
   c. $1,6 \times 10^{-29}$ A
   d. $1,6 \times 10^{-9}$ A
   e. $1,6 \times 10^{-23}$ A

7. (G1 - CFTSC 2010)

   Quadro 1

Desempenho	Automóvel A	Automóvel B
De 0 a 100 km/h	13,0 s	11,0 s
0 -1000 m	34,7 s	33,2 s
Velocidade máxima	180 km/h	182 km/h
Frenagem de 80 km/h a 0	26,0 m	26,0 m
Dimensões		
Peso	1400 kgf	1240 kgf

Sobre os automóveis do quadro 1:

I. Se um raio atingir um dos automóveis, a carga elétrica ficará distribuída pela superfície externa do automóvel.

II. Se um dos faróis queimar, o outro continuará a funcionar normalmente. Isso prova que os faróis estão ligados em série à bateria.

III. Segundo o princípio de Arquimedes, quando o motorista pisar no pedal dos freios, a pressão será transmitida integralmente por todo o fluido desse sistema.

Considerando as proposições apresentadas, assinale a alternativa correta.

a. Apenas a proposição I é verdadeira.
b. Apenas as proposições I e II são verdadeiras.
c. Apenas a proposição III é verdadeira.
d. Apenas as proposições II e III são verdadeiras.
e. Apenas a proposição II é verdadeira

Gabarito Comentado

Resposta da questão 1: 20

Da definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n\ e}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{i\ \Delta t}{e} = \frac{0,4 \cdot 60}{1,6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1,5 \times 10^{20}.$$

$$10^N = 10^{20} \Rightarrow N = 20.$$

Resposta da questão 2: [C]

A carga transferida no raio é: $\Delta Q = i\ \Delta t = 300.000(0,5) = 150.000$ C.

A fração pedida é: $\frac{\Delta Q}{|Q_{Terra}|} = \frac{150.000}{600.000} = \frac{1}{4}$.

Resposta da questão 3: [C]

A quantidade de carga elétrica contida na bateria é dada por:

$$q = i \cdot \Delta t$$
$$75Ah = 50A \cdot \Delta t$$
$$\Delta t = \frac{75}{50}h$$
$$\Delta t = 1,5h$$

Sabendo que a autonomia (em horas) da bateria é 1,5 horas, temos:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$
$$\Delta s = 60 \cdot 1{,}5$$
$$\Delta s = 90\ km$$

Resposta da questão 4: [E]

Somente na situação mostrada, a agulha sofre ação de um binário, provocando rotação no sentido anti-horário.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow 0{,}3 = \frac{\Delta Q}{120} \rightarrow \Delta Q = 36C$$

1 elétron ---------- 1,6 x 10^{-19} C

N ---------- 36C

$$N = \frac{36}{1{,}6 \times 10^{-19}} = 2{,}25 \times 10^{20}$$

Resposta da questão 5: [D]

$$|Q| = i\ \Delta t = 1{,}2 \times 10^{4} \times 25 \times 10^{-6} \quad \Rightarrow \quad |Q| = 0{,}3\ C.$$

Resposta da questão 6: [A]

A corrente elétrica é dada pela razão entre a carga que passa por unidade de tempo. A cada segundo, passam 1014 prótons, 104 vezes. Assim, a intensidade da corrente elétrica é:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{10^{14} \times 10^{4} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{1} \quad \Rightarrow \quad i = 0{,}16\ A.$$

Resposta da questão 7: [A]

Analisando cada proposição:

I. **Verdadeira.** Num condutor em equilíbrio eletrostático, o excesso de carga fica distribuído na superfície externa do condutor.

II. **Falsa.** Se um dos faróis queimar, o outro continuará a funcionar normalmente. Isso prova que os faróis estão ligados em ***paralelo*** à bateria.

III. **Falsa.** Segundo o princípio de ***Pascal***, quando o motorista pisar no pedal dos freios, a pressão será transmitida integralmente por todo o fluido desse sistema

MATERIAL DO PROFESSOR

Civilização elétrica

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizadas e/ou adaptadas de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 8 – Civilização elétrica –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física. Para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da eletrostática. Dando continuidade à Unidade 7, esta Unidade 8 explora o Efeito Joule e os conceitos de resistência e resistividade de um material.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	4	8	4

Titulo da unidade	Tema
Civilização elétrica	_
Objetivos da unidade	
Conceituar a resistividade elétrica;	
Conceituar Efeito Joule;	
Calcular a potência elétrica de aparelhos;	
Calcular o consumo de energia elétrica de um aparelho.	
Seções	**Páginas no material do aluno**
1. Relembrando a resistência elétrica	205 a 206
2. Resistividade elétrica	206 a 209
3. A lei de Ohm	209 a 210
4. Efeito Joule	210 a 211
5. Potência Elétrica	211 a 214

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

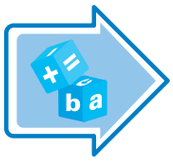
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.

Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.

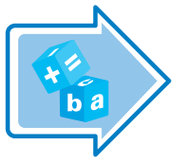
Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Exercícios

Proposições de exercícios complementares

Atividade Inicial

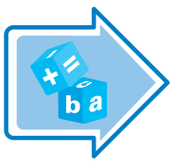
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Botando fogo na esponja de aço	Fita isolante, duas pilhas tipo "D", dois pedaços de fio e um pedaço de esponja de aço.	Nesta prática, será ilustrado o efeito Joule de uma maneira simples e visualmente clara; para isto, será necessário um ambiente controlado devido à utilização de fogo. O vídeo com o experimento pode ser visto no material do professor: Mod3-Unid3--Ativ-Inicial.wmv	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Seção 1 – Relembrando a resistência elétrica

Seção 2 – Resistividade elétrica

Páginas no material do aluno

205 a 209

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Reostato caseiro	Um pedaço de fio de cobre pequeno (20 cm), duas pilhas de 1,5 V, uma grafite de lapiseira 2.0 inteira (comprimento L ≈ 8 cm), fita isolante, uma tirinha de papel alumínio de cozinha e uma lâmpada pequena de lanterna (0,3 A).	Neste experimento, mostramos o funcionamento de um reostato, um dispositivo de resistência variável utilizado para controlar a intensidade da corrente num circuito elétrico. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid13--Sec1e2.wmv).	Grupos de 4 a 5 alunos	30 minutos

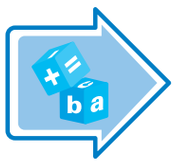
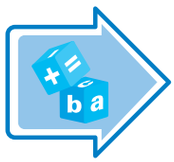
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Resistência de um fio condutor	Applet (Fisica_Mod3_Un13_Sec2.jar) disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre a resistência de um fio condutor. Com ele, é possível variar o comprimento, o diâmetro e a resistividade do fio e observar quais os efeitos sobre o valor da resistência. Todos estes parâmetros estão facilmente acessíveis na interface gráfica do applet.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Seção 3 – A lei de Ohm

Seção 4 – Efeito Joule

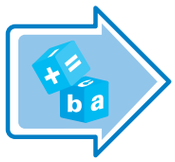
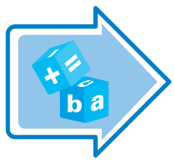
Páginas no material do aluno

209 a 211

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ajudando um LED a sobreviver a uma alta voltagem	Um pedaço de fio de cobre pequeno (50 cm), uma bateria de 9 V, fita isolante, um resistor (resistência igual a 470 ohm e potência de dissipação de 1/8 watts) e dois LEDs vermelhos.	Neste experimento, fazemos uma aplicação direta da lei de Ohm, mostrando como utilizar um resistor para limitar a corrente num circuito elétrico.	O professor interage com toda a turma	30 minutos
	Filamento térmico	1 Pilha de 1,5V tamanho AA; 1 Tira de papel alumínio (3mm x 10cm).	Para caracterizar o efeito Joule, usaremos o comportamento térmico de uma fita de papel alumínio ao ser percorrida por uma corrente elétrica, evidenciando a conservação de energia elétrica em energia térmica; a fita de alumínio sofrerá um aumento de temperatura que poderá ser qualificado pelo tato.	Em grupos de 4 alunos.	45 minutos

Seção 5 – Potência Elétrica

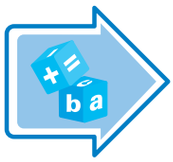
Páginas no material do aluno
211 a 214

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Protoboard	1 Chicote 127/220V; 4 Receptáculos para lâmpadas (bocal); 2 metros de fio 1,5mm; 3 Tomadas externas 127/220V; 3 Plugues de tomada 127/220V; 4 Lâmpadas de 60W (Filamento); 2 Lâmpadas de 40W (Filamento); 1 Chave Liga e Desliga externa; 2 Bornes para plug banana; 1 Tábua de 40 cm x 50 cm.	Em seções anteriores, vimos a dependência da resistência elétrica com o comprimento e a área da secção transversal do resistor; nesta seção, procuraremos relacionar a potência elétrica ao brilho de cada lâmpada. A construção deste "protoboard" tem o intuito de estabelecê-lo como ferramenta para inúmeras práticas experimentais, como veremos nos próximos experimentos.	Em grupos de 4 alunos.	45 minutos
	Maquete de uma residência	Materiais recicláveis, como papelão, cartolina, isopor, plásticos, pequenas caixas, encartes promocionais, papel crepom, madeira, etc.	Esta atividade é algo que, a princípio, soa como uma simples construção de uma maquete, porém, quando associada à expressão $E = P \cdot \Delta t$, torna-se uma poderosa ferramenta para entendermos como funciona o consumo da energia elétrica de uma residência e compreender como é importante o uso consciente dela.	Em grupos de 4 alunos.	90 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Resistividade, Potência Elétrica e Efeito Joule. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Botando fogo na esponja de aço	Fita isolante, duas pilhas tipo "D", dois pedaços de fio e um pedaço de esponja de aço.	Nesta prática, será ilustrado o efeito Joule de uma maneira simples e visualmente clara; para isto, será necessário um ambiente controlado devido à utilização de fogo. O vídeo com o experimento pode ser visto no material do professor: Mod3-Unid3--Ativ-Inicial.wmv	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

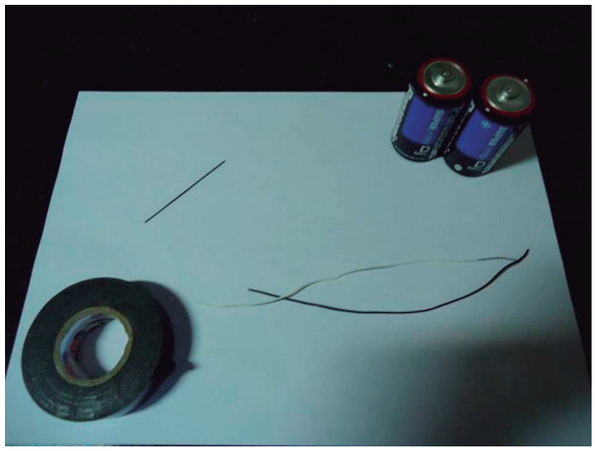
Para realizar esta atividade experimental, será necessário seguir alguns passos:

- Utilizando uma fita isolante, fixe as extremidades das pilhas tipo "D" de maneira a ter uma diferença de potencial maior do que na utilização de uma única pilha. Note que poderia ser utilizada uma pilha de menor tamanho, porém o efeito visual seria menor.
- Prenda os fios nas extremidades do conjunto formado, utilizando para isso um pedaço de fita isolante.
- Coloque uma porção de esponja de aço em um recipiente adequado para a possível utilização de fogo.
- Aproxime os fios da esponja de aço e observe a mesma começar a queimar.
- Vale lembrar que você pode ter dificuldades para eletrizar o canudo num dia muito úmido. Tente fazer o experimento num ambiente o mais seco possível.

Aspectos pedagógicos

Para os alunos, pilhas estão associadas ao conceito de energia e, ao observar a esponja de aço queimar imediatamente, estes associaram esta energia ao calor emanado pelas brasas. Desta maneira, o efeito Joule terá sido ilustrado de maneira intuitiva e visualmente clara. Os alunos podem se perguntar sobre o motivo pelo qual as brasas apareceram e a explicação está no fato de que todo material possui uma resistência e, ao termos cargas em movimento (corrente), um determinado material pode apresentar uma alta resistência para a corrente, e o atrito destes com os átomos da palha de aço convertem a energia elétrica em calor que, neste caso, é intensa e tão repentina que cria faíscas e consequente combustão do material.

O mesmo experimento pode ser realizado com um pedaço de grafite; porém, para que o efeito visual seja satisfatório, é necessária a utilização de uma corrente maior do que a apresentada.



Seção 1 – Relembrando a resistência elétrica

Seção 2 – Resistividade elétrica

Páginas no material do aluno

205 a 209

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Reostato caseiro	Um pedaço de fio de cobre pequeno (20 cm), duas pilhas de 1,5 V, uma grafite de lapiseira 2.0 inteira (comprimento L ≈ 8 cm), fita isolante, uma tirinha de papel alumínio de cozinha e uma lâmpada pequena de lanterna (0,3 A).	Neste experimento, mostramos o funcionamento de um reostato, um dispositivo de resistência variável utilizado para controlar a intensidade da corrente num circuito elétrico. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid13--Sec1e2.wmv).	Grupos de 4 a 5 alunos	30 minutos

Aspectos operacionais

- Para provocar os alunos e ganhar sua atenção, você pode iniciar esse experimento com uma conversa sobre as diversas aplicações do reostato em aparelhos eletrodomésticos. Por exemplo, quando alteramos o volume do som, aumentamos a intensidade do ventilador ou diminuímos a luminosidade de uma lâmpada, estamos, na verdade, acionando um reostato (ou potenciômetro). Ao girar o botão de controle do aparelho, variamos a resistência, alterando assim o valor da corrente e da potência no circuito. Para ver como isso funciona na prática, proponha o experimento a seguir.

- Comece dividindo a turma em pequenos grupos (4 ou 5 alunos cada). Cada grupo de alunos deve estar munido de duas pilhas (1,5 V), um pedaço de fio de cobre pequeno (20 cm) com as pontas descascadas, uma lâmpada pequena de lanterna e uma grafite de lapiseira 2.0 inteira.

- Agora, oriente os alunos a seguir os passos conforme descrito abaixo.

- Primeiro, conecte as pilhas em série para obter uma voltagem de aproximadamente 3,0 V (suficiente para acender a pequena lâmpada). Use a fita isolante para manter as pilhas conectadas.

- Depois, ligue uma das extremidades do fio de cobre ao polo negativo da série de pilhas e enrole a outra extremidade na parte lateral espiralada da lâmpada (veja Figura 1 abaixo). Use a fita isolante para fixar as conexões.

- Para testar se as conexões estão boas, encosta-se rapidamente o fundo da base da lâmpada no polo positivo do conjunto de pilhas. Se a lâmpada acender, é porque o circuito esta funcionando corretamente.

- A grafite de lapiseira de comprimento L será o nosso reostato. Vamos fechar o circuito utilizando diferentes comprimentos da grafite e verificar como o brilho da lâmpada se altera.

- Conecte o polo positivo do conjunto de pilhas a uma das extremidades da grafite; utilize a tira de papel alumínio para aumentar o contato. Conecte o fundo da lâmpada à outra extremidade da grafite, fechando o circuito (veja Figura 2). Nessa situação, a lâmpada pode acender com um brilho muito fraco ou nem acender.

- Mantendo o contato do fundo da lâmpada com a grafite, aproxime a lâmpada do polo positivo das pilhas. Verifique que quanto mais perto, mais intenso é o brilho da lâmpada.

- Se for possível, refaça o experimento utilizando uma grafite com outra espessura (0.5 ou 0.7). Isso possibilitará uma discussão do valor da resistência em função não só do comprimento L como também da área transversal A do resistor.

- Outro teste interessante consiste em conectar a grafite diretamente (sem a lâmpada) aos polos da pilha, provocando um curto circuito. Com isso, será possível verificar que a grafite se aquece por efeito Joule. Mas cuidado! Faça isso por um curto intervalo de tempo, para evitar acidentes e queimaduras.

Figura 1

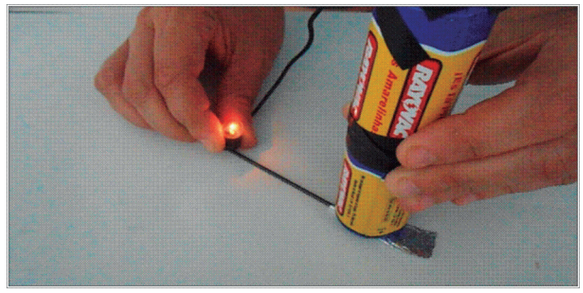


Figura 2

Aspectos pedagógicos

Esse experimento, além de simples e de fácil execução, propicia uma boa discussão sobre dois conceitos que os alunos costumam confundir: resistividade e resistência. Para esclarecer esse ponto, você pode fazer um breve resumo, lembrando a eles que resistência elétrica (R) é a capacidade que todo corpo tem de se opor à passagem de corrente. O seu valor depende da resistividade do material (ρ), da espessura (área A da seção transversal) e do comprimento (L) do resistor. Quanto mais fino e mais comprido for o resistor, maior será sua resistência. Perceba que mais fino significa menos espaço disponível para a passagem da corrente (elétrons dentro da material) e mais comprido significa maior distância a ser percorrida pelos elétrons - como resultado, temos uma resistência maior. Essa dependência de R com L e A pode ser verificada diretamente neste experimento. Já a resistividade é uma propriedade intrínseca do material. Se um material possui alta resistividade, isto significa que sua estrutura atômica não favorece o movimento de elétrons (corrente) no seu interior. Por isso, quanto maior a resistividade de um material, maior a sua resistência. Comparando um pedaço de fio de cobre ($\rho = 1{,}68 \times 10^{-8}\ \Omega.m$) com uma grafite ($\rho = 1{,}4 \times 10^{-5}\ \Omega.m$) de mesma espessura e mesmo comprimento, vemos que o fio de cobre oferece uma resistência muito menor. Por isso, a lâmpada desse experimento brilha mais intensamente quando ligada diretamente com o fio na pilha (sem a grafite).

Seção 1 – Relembrando a resistência elétrica

Seção 2 – Resistividade elétrica

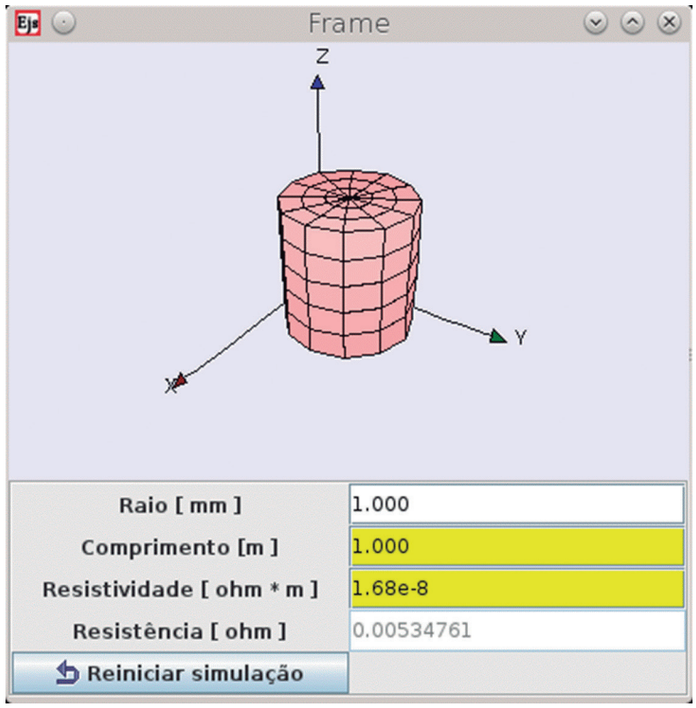
Páginas no material do aluno

205 a 209

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Resistência de um fio condutor	Applet (Fisica_Mod3_Un13_Sec2.jar) disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre a resistência de um fio condutor. Com ele, é possível variar o comprimento, o diâmetro e a resistividade do fio e observar quais os efeitos sobre o valor da resistência. Todos estes parâmetros estão facilmente acessíveis na interface gráfica do applet.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Discuta qualitativamente com os estudantes como a resistência do fio deve depender de sua geometria e do valor do tipo de material (valor da resistividade).
- Inicie o applet em um computador com Java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: java -jar Fisica_Mod3_Un13_Sec2.jar.



- Aumente e diminua o comprimento e o raio do fio, para que os estudantes observem o efeito que seus valores têm sobre a resistência do fio.

Aspectos pedagógicos

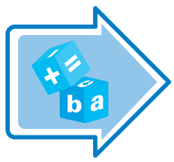
- Durante esta demonstração, os estudantes podem perguntar por que a resistência aumenta com o comprimento e diminui com o diâmetro (área da seção transversa). Você pode mencionar que este efeito está relacionado com um aumento (quando o comprimento é maior) ou redução (quando o diâmetro é maior) do número de colisões que os elétrons sofrem ao atravessar o material.
- Comente com os estudantes que um fator muito importante não foi considerado nesta simulação: o efeito da temperatura. Mencione que, dependendo do material, a resistividade tanto pode aumentar como diminuir à medida que aumentamos o valor da temperatura.

Seção 3 – A lei de Ohm

Seção 4 – Efeito Joule

Páginas no material do aluno

209 a 211

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ajudando um LED a sobreviver a uma alta voltagem	Um pedaço de fio de cobre pequeno (50 cm), uma bateria de 9 V, fita isolante, um resistor (resistência igual a 470 ohm e potência de dissipação de 1/8 watts) e dois LEDs vermelhos.	Neste experimento, fazemos uma aplicação direta da lei de Ohm, mostrando como utilizar um resistor para limitar a corrente num circuito elétrico.	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o experimento com uma pergunta provocativa. Por exemplo, questione os alunos sobre as mil e uma utilidades que a pequena lâmpada de LED tem. Hoje em dia, podemos encontrá-lo em vários tipos de aparelhos, como relógio digital (tanto nos números quanto na iluminação e nas luzes indicadoras de função), no controle remoto (transmitindo informação), na tela de televisores e lâmpadas comuns (quando eles são agrupados). O LED é comercialmente interessante porque é muito eficiente (praticamente, toda a energia elétrica do circuito é convertida em luz, sem dissipação na forma de calor, como no caso das lâmpadas incandescentes). Uma característica importante é que ele opera com baixa voltagem e corrente; por exemplo, o LED vermelho precisa de uma voltagem de aproximadamente 1,8 V e uma corrente contínua de 0,015 A para brilhar. Por outro lado, precisamos tomar cuidado com sua sensibilidade, pois, uma voltagem um pouco maior que a de operação (o dobro, por exemplo), faz com que a corrente aumente rapidamente no LED e este queima (para de funcionar).

- Depois dessa introdução básica, pergunte aos alunos o que podemos fazer se tivermos um circuito onde precisamos, por exemplo, de um LED vermelho funcionando, mas a voltagem disponível é alta demais, por exemplo, 9V.

- A resposta certa é: devemos dissipar a voltagem em excesso através de um dispositivo como o resistor. Mas nesse caso, qual deve ser o valor da resistência desse resistor? A resposta para essa pergunta está na lei de Ohm. Vamos ver como aplicá-la na prática?

- Primeiro, corte o fio em três pedaços, mais ou menos de mesmo tamanho, e descasque suas pontas.

- Agora, conecte uma extremidade de um dos fios ao polo positivo da bateria e a outra extremidade à perna mais comprida do LED (terminal positivo). Use a fita isolante para fixar as conexões. (Veja a Figura 1 a seguir).

- Encoste a outra perna do LED ao polo negativo da bateria e mostre que ele rapidamente queimará.

- Para ligar o circuito com segurança, sem danificar o LED, é necessário acoplar ao circuito um resistor de resistência R = 470 ohm. Monte um circuito em série na seguinte ordem: polo positivo da bateria, fio, resistor, fio, perna comprida do LED, perna curta do LED, fio, polo negativo da bateria. Use a fita isolante para fixar as conexões. (Veja a Figura 2 a seguir).
- Mostre que, agora, o LED pode ser ligado e desligado quantas vezes for necessário, sem que ele queime.
- É sempre bom lembrar aos alunos que esse é, de fato, o processo usado para reduzir a voltagem no LED em muitos aparelhos eletrônicos modernos.

Figuras Ilustrativas:

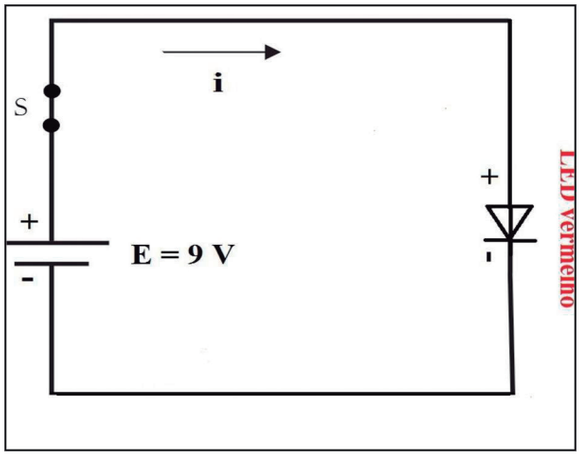


Figura 1

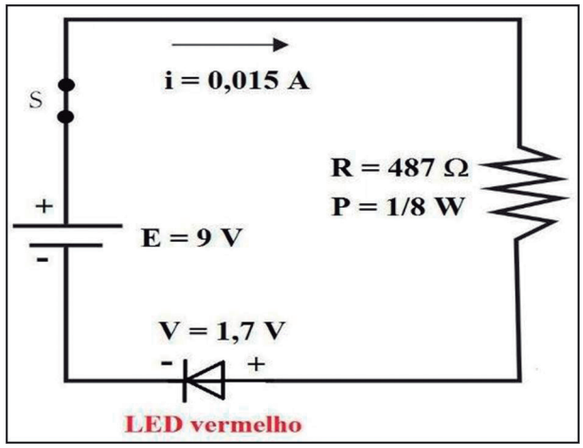


Figura 2

Aspectos pedagógicos

Ao final do experimento, é importante mostrar aos alunos como se chegou à conclusão de que deveríamos incluir no circuito uma resistência R = 470 ohm. Explique para eles que, para calcular R, usamos a lei de Ohm. Por exemplo, lembre a eles que o LED vermelho só precisa de uma voltagem de aproximadamente 1,8 V para acender e, como a bateria fornece 9,0 V, temos Vextra = 9,0 - 1,8 = 7,2 V sobrando no circuito. Para dissipar essa voltagem, mantendo uma corrente de i = 0,015 A (suportada pelo LED vermelho), precisamos de um resistor com uma resistência R = Vextra/i = 7,2/0,015 = 480 ohm. Como não existe um resistor com esse valor exato, usamos um resistor comercial com valor próximo desse - nesse caso, R = 470 ohm. Com esse resistor no circuito (ligado em série com o LED), o LED funcionará com uma voltagem de 1,95 V, suficiente para acendê-lo sem queimá-lo.

Também é importante atentar para o seguinte fato: o resistor, ao ser colocado no circuito, dissipará energia elétrica, transformando-a em calor. Para que ele não acabe aquecendo demais, a ponto de sofrer danos e queimar, precisamos escolher um resistor com uma potência de dissipação adequada. Nesse caso, P = V x I = 7,2 x 0,015 = 0,108 Watts. Como não existe um resistor com esse valor exato de P, usamos um resistor comercial com valor próximo desse - nesse caso, P = 0,125 = 1/8 watts. Assim, chegamos ao valor de R = 487 ohm e P = 1/8 watts.

Seção 3 – A lei de Ohm

Seção 4 – Efeito Joule

Páginas no material do aluno

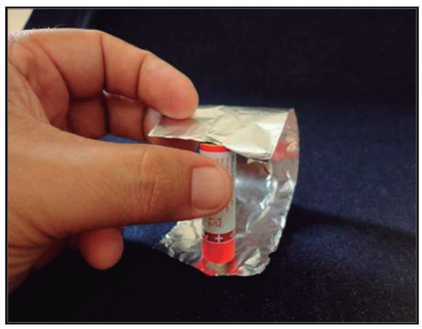
209 a 211

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Filamento térmico	1 Pilha de 1,5V tamanho AA; 1 Tira de papel alumínio (3mm x 10cm).	Para caracterizar o efeito Joule, usaremos o comportamento térmico de uma fita de papel alumínio ao ser percorrida por uma corrente elétrica, evidenciando a conservação de energia elétrica em energia térmica; a fita de alumínio sofrerá um aumento de temperatura que poderá ser qualificado pelo tato.	Em grupos de 4 alunos.	45 minutos

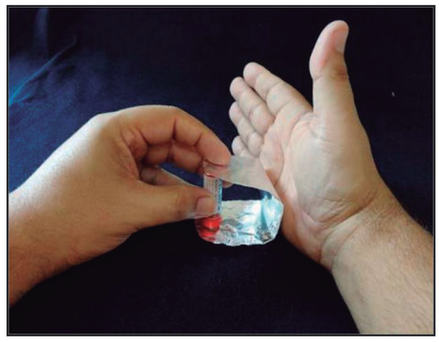
Aspectos operacionais

- Recorte uma tira de papel alumínio na seguinte medida: 5cm x 10cm.

- Estabeleça a seguinte ligação entre a fita de alumínio e a pilha.



- Encoste levemente a mão sobre a superfície da fita de alumínio e perceba o aumento gradativo da temperatura na fita de papel alumínio.



Aspectos pedagógicos

- Evite manter os terminais da pilha ligados à fita de alumínio por muito tempo; assim, preservará a vida útil da pilha.
- Ao substituir a fita por um filete de espoja de aço, tome cuidado com a brasa gerada, pois ela pode promover pequenos incêndios que podem se alastrar. Não sugerimos essa prática, devido à geração de gases com odores fortes no interior da sala de aula.

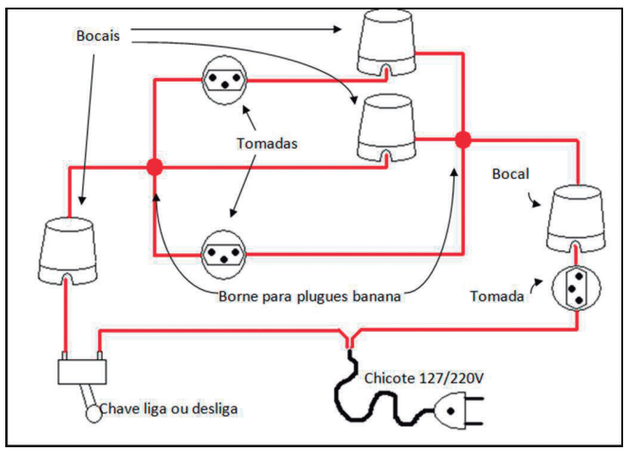
Seção 5 – Potência Elétrica

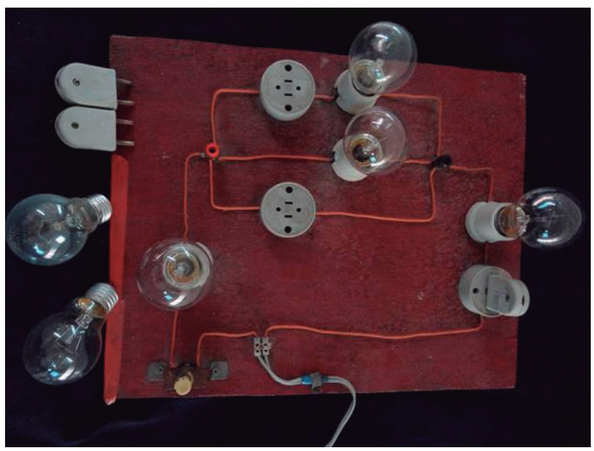
Páginas no material do aluno
211 a 214

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Protoboard	1 Chicote 127/220V; 4 Receptáculos para lâmpadas (bocal); 2 metros de fio 1,5mm; 3 Tomadas externas 127/220V; 3 Plugues de tomada 127/220V; 4 Lâmpadas de 60W (Filamento); 2 Lâmpadas de 40W (Filamento); 1 Chave Liga e Desliga externa; 2 Bornes para plug banana; 1 Tábua de 40 cm x 50 cm.	Em seções anteriores, vimos a dependência da resistência elétrica com o comprimento e a área da secção transversal do resistor; nesta seção, procuraremos relacionar a potência elétrica ao brilho de cada lâmpada. A construção deste "protoboard" tem o intuito de estabelecê-lo como ferramenta para inúmeras práticas experimentais, como veremos nos próximos experimentos.	Em grupos de 4 alunos.	45 minutos

Aspectos operacionais

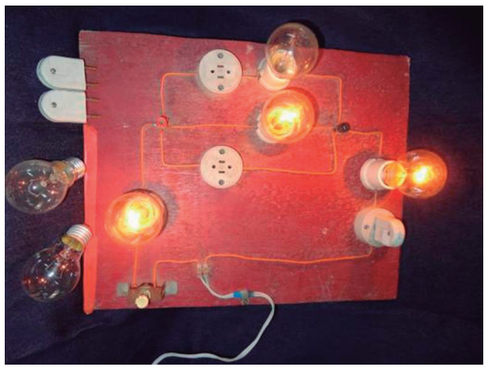
- Estabeleça o seguinte circuito.



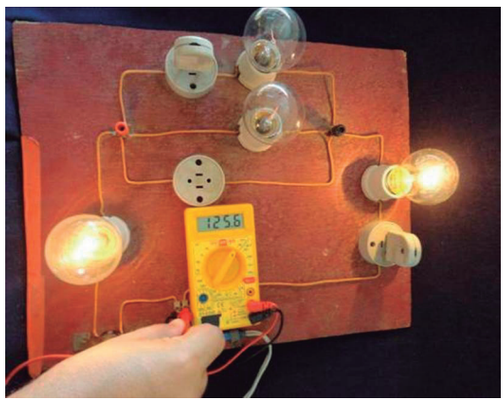


- Com auxílio de um pedaço de fio, ligue internamente os terminais do plugue (servirão de jumper ou até mesmo chave interruptora).

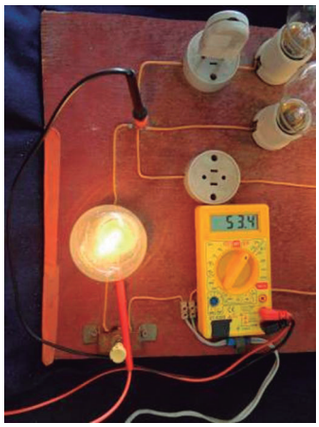
- Retire o plugue central, acione a chave do circuito e evidencie o trajeto da corrente elétrica (procure ressaltar o valor da potência de cada lâmpada e seu brilho).



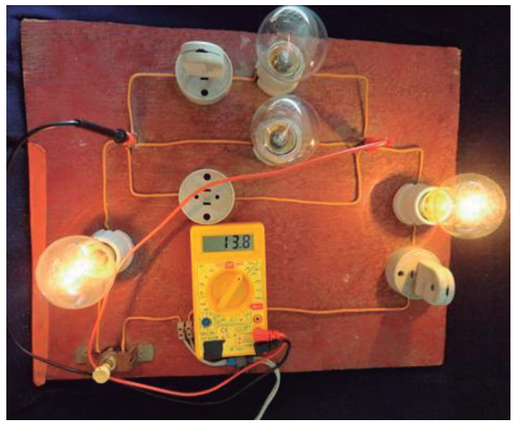
- Com auxílio do multímetro, verifique as tensões de cada "bocal"; obtenha, somando todas as tensões, o valor nominal oferecido pela rede elétrica local (ao redor de 127V).



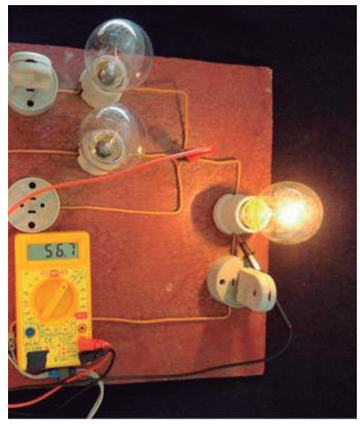
D.D.P. Total



1ª Lâmpada

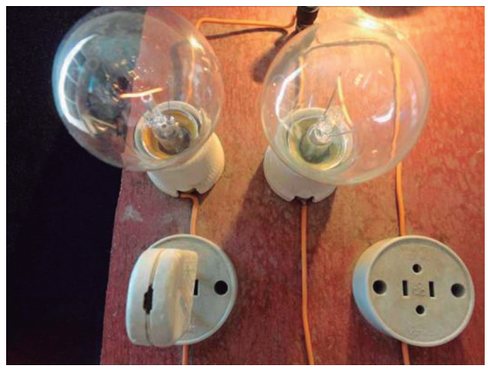


Associação



4ª Lâmpada

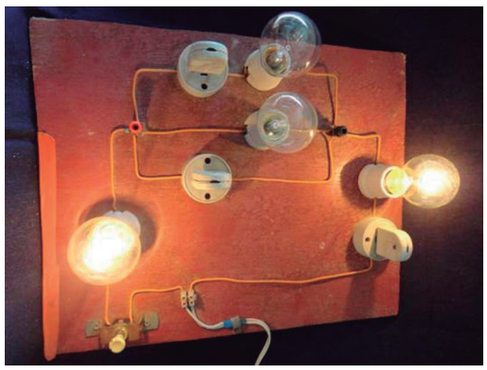
- Alterne o posicionamento das lâmpadas, comparando o seu brilho com sua configuração no circuito. Proponha uma relação entre a corrente elétrica que atravessa a lâmpada e sua potência elétrica.



Aspectos pedagógicos

- Evite os choques, isole bem os terminais e não deixe partes dos plugues expostas; espete-os até o final em suas tomadas.
- É importante que você estabeleça, junto aos alunos, uma relação entre a corrente que atravessa a lâmpada e a potência nominal da mesma; procure relacionar também o brilho com o consumo de energia de cada lâmpada.
- As lâmpadas podem aquecer rapidamente. Cuidado ao manuseá-las!
- Use inicialmente lâmpadas de mesma potência e compare os brilhos das lâmpadas na associação em paralelo, com os brilhos obtidos pelas outras do circuito.

- Em hipótese alguma conecte os plugues em forma de jumpers nas tomadas residenciais.
- Estabeleça o estudo do curto-circuito, espetando o plugue na tomada central. A corrente elétrica passará pelo plugue, e não pelas lâmpadas



Seção 5 – Potência Elétrica

Páginas no material do aluno
211 a 214

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Maquete de uma residência	Materiais recicláveis, como papelão, cartolina, isopor, plásticos, pequenas caixas, encartes promocionais, papel crepom, madeira, etc.	Esta atividade é algo que, a princípio, soa como uma simples construção de uma maquete, porém, quando associada à expressão $E = P \cdot \Delta t$, torna-se uma poderosa ferramenta para entendermos como funciona o consumo da energia elétrica de uma residência e compreender como é importante o uso consciente dela.	Em grupos de 4 alunos.	90 minutos

Aspectos operacionais

- Solicitar aos alunos que construam pequenos cômodos ou até mesmo que tentem reproduzir suas próprias residências.
- Catalogue cada equipamento eletroeletrônico que a maquete possui e suas respectivas potências elétricas.
- Solicite que os alunos estimem o tempo de uso diário de cada equipamento.

- Calcule o tempo de uso mensal de cada equipamento (tempo diário x 30 dias).
- Utilizando a expressão $E = P \cdot \Delta t$, determine a energia consumida nesta residência (some a energia de cada equipamento).
- Solicite que os alunos pesquisem, com a prestadora de serviço de energia elétrica de sua localidade, o custo do KWh (http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493).
- Determine o valor em reais (R$) pago por essa residência.

Aspectos pedagógicos

- É muito importante o professor orientar os alunos a buscar informações adequadas; por isso, solicite que os mesmos procurem a potência elétrica de cada equipamento em sites confiáveis ou por meio dos manuais de cada equipamento. (segue um exemplo de catálogo de potência de equipamento eletroeletrônico - https://agenciavirtual.light.com.br/LASView/downloads/pdfs/ RelacaoEquipamentos.pdf)
- Estimar o tempo de utilização de cada equipamento é a tarefa mais complicada desta atividade; estimule os alunos a serem o mais fiéis possível com relação ao seu consumo diário.
- Atente à utilização de equipamentos que usem termostato (geladeiras, freezeres e ares-condicionados); esses não funcionam durante 24h.
- O nobre professor deve salientar a importância da utilização da Unidade KWh e seu valor comercial, assim como sua participação na medida de grandes quantidades de energia.
- O uso de material reciclado é indubitável nesta atividade; seguem algumas fotos desta atividade no Colégio Estadual Halfeld – Campo Grande – Rio de Janeiro.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Resistividade, Potência Elétrica e Efeito Joule. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento da avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 8. A seguir apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

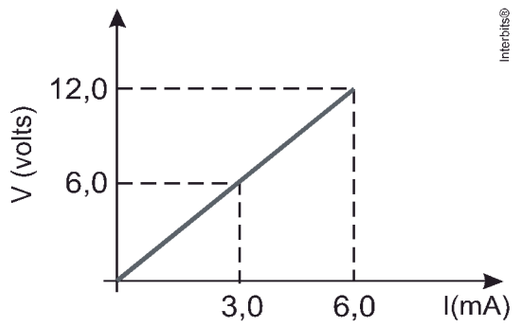
- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado nesse material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios: Civilização Elétrica

1. (PUCRJ 2013) O gráfico abaixo apresenta a medida da variação de potencial em função da corrente que passa em um circuito elétrico.



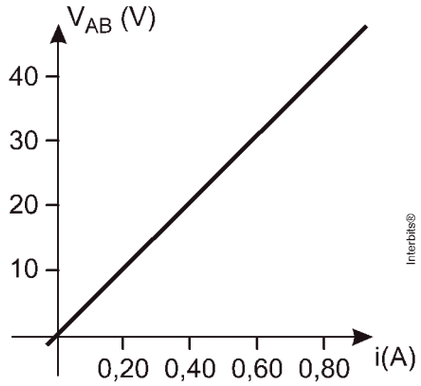
Podemos dizer que a resistência elétrica deste circuito é de:

a. 2,0 mΩ
b. 0,2 Ω
c. 0,5 Ω
d. 2,0 kΩ
e. 0,5 kΩ

2. (G1 - CFTPR 2006) O elemento de um chuveiro elétrico que fornece calor, esquentando a água, é o:

a. resistor.
b. capacitor.
c. gerador.
d. disjuntor.
e. amperímetro.

3. (UDESC 2011) Um fio condutor foi submetido a diversas voltagens em um laboratório. A partir das medidas dessas voltagens e das correntes que se estabeleceram no condutor, foi possível obter o gráfico a seguir:



O valor da resistência desse condutor é:

a. 32 Ω
b. 0,02 Ω
c. 150 Ω
d. 250 Ω
e. 50 Ω

4. (UFRN 2005) Zelita estava aprendendo na escola as propriedades de condução de eletricidade dos materiais. Sua professora de Ciências disse que materiais usados em nosso cotidiano, como madeira, borracha e plástico são, normalmente, isolantes elétricos, e outros, como papel alumínio, pregos e metais em geral, são condutores elétricos.

   A professora solicitou à Zelita que montasse um instrumento para verificar experimentalmente se um material é condutor ou isolante elétrico. Para montar tal instrumento, além dos fios elétricos, os componentes que Zelita deve utilizar são:

   a. pilha e lâmpada.
   b. capacitor e resistor.
   c. voltímetro e diodo.
   d. bobina e amperímetro.

5. (G1 1996) Um aparelho elétrico possui a indicação 110 V - 2200 W. Determine a resistência elétrica desse aparelho.

6. (G1 1996) Explique por que um passarinho pousa num fio da rede elétrica e não leva choque.

7. (G1 1996) Através de um resistor, está fluindo uma corrente de 40 A, quando a voltagem de alimentação deste resistor é de 60 V. Qual a resistência deste resistor?

8. (G1 1996) Um aparelho elétrico possui a indicação 110 V - 2200 W. Determine a potência dissipada por esse desse aparelho, se o mesmo for ligado a uma tensão de alimentação de 55 V.

9. (UNB 2000) Nos períodos de estiagem em Brasília, é comum ocorrer o choque elétrico ao se tocar a carroceria de um carro ou a maçaneta de uma porta em um local onde o piso é recoberto por carpete. Centelhas ou faíscas elétricas de cerca de um centímetro de comprimento saltam entre os dedos das pessoas e esses objetos. Uma faísca elétrica ocorre entre dois corpos isolados no ar, separados por uma distância de um centímetro, quando a diferença de potencial elétrico entre eles atinge, em média, 10.000 V.

   Com o auxílio do texto anterior, julgue os itens que se seguem.

   (1) O choque elétrico é sentido por uma pessoa devido à passagem de corrente elétrica pelo seu corpo.

   (2) Os choques elétricos referidos no texto são perigosos porque são provenientes de cargas estáticas que acumulam grande quantidade de energia.

   (3) O processo de eletrização por indução é o principal responsável pelo surgimento do fenômeno descrito no texto.

   (4) O ar em uma região onde existe um campo elétrico uniforme de intensidade superior a 10.000 V/cm é um péssimo condutor de eletricidade.

   (5) O valor absoluto do potencial elétrico da carroceria de um carro aumenta devido ao armazenamento de cargas eletrostáticas

Gabarito Comentado

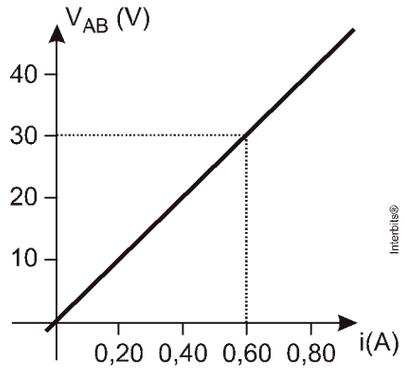
Resposta da questão 1: [D]

Primeira Lei de OHM

$V = R.i \rightarrow 12 = Rx6 \rightarrow R = 2,0k\Omega$

Resposta da questão 2: [A]

Resposta da questão 3: [E]



$R = \frac{V}{i} = \frac{32}{0,6} \cong 50\Omega$

Resposta da questão 4: [A]

Resposta da questão 5: 5,5 Ω

Resposta da questão 6: Porque não há d.d.p. entre os pontos considerados.

Resposta da questão 7: 1,5 Ω

Resposta da questão 8: 550 W

Resposta da questão 9: V F F F V

MATERIAL DO PROFESSOR

Circuito Elétrico

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizadas e/ou adaptadas, de acordo com sua conveniência; sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 9 – Circuitos elétricos – procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física; para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da eletrostática. O enfoque desta Unidade é apresentar o conceito de circuitos de uma maneira simples, de tal maneira que sua construção se aproxime dos materiais presentes em nosso cotidiano.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	4	9	4

Titulo da unidade	Tema
Circuito Elétrico	-
Objetivos da unidade	
Identificar um circuito elétrico e seus componentes	
Relacionar componentes de um circuito elétrico com os equipamentos elétri¬cos utilizados em uma instalação elétrica	
Utilizar a lei de Ohm para os cálculos de correntes, tensões e resistências; iden¬tificar as associações dos componentes em um circuito elétrico	
Seções	**Páginas no material do aluno**
1. Você já correu numa pista de corrida?	234 a 235
2. Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra	236 a 237
3. Então, todos os componentes de um circuito elétrico transformam energia elétrica em outro tipo de energia?	238 a 243
4. O que acontece com um circuito elétrico, se, por algum motivo, ele for interrompido?	244 a 250
5. O comportamento da tensão elétrica num circuito	251 a 254

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

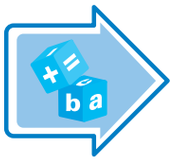
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.

Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.

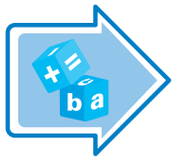
Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Exercícios

Proposições de exercícios complementares

Atividade Inicial

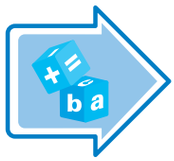
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Pisca-pisca de Natal: um circuito misto muito simples	Um jogo de lâmpadas pisca-pisca de Natal simples (aqueles mais antigos, com apenas uma função)	Neste experimento, utilizamos o tradicional (e muito curioso) pisca-pisca de Natal para ilustrar conceitos básicos de eletricidade e introduzir a ideia de circuito misto, que será abordado nesta Unidade.	professor interage com toda a turma	30 minutos

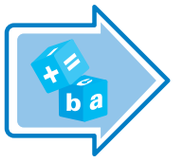
Seção 1 – Você já correu numa pista de corrida?

Seção 2 – Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra

Páginas no material do aluno

234 a 237

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Montando um circuito simples I	Chicote para 127V; Lâmpada 127V; Interruptor Liga e Desliga (on – off); Alicate de corte; Chave de fenda pequena; Fita isolante;	Este experimento procura evidenciar a trajetória da corrente elétrica e os elementos com quem ela interage. O circuito é denominado simples quando só se manifesta uma única corrente elétrica. Ainda nesta prática, é possível explorar alguns elementos, como interruptor e lâmpada (resistências), e como estes se comportam na presença da corrente elétrica residencial	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Montando um circuito simples II	1 Fio do tipo cabinho; 2 Lâmpadas de lanterna; 2 Interruptores Liga e Desliga duplo (Conhecido como H H); 1 Alicate de corte; 1 Chave de fenda pequena; 1 Fita isolante; 1 Clip de Bateria 9V; 2 Interruptores tipo three-way	Este experimento leva em conta dois dispositivos comuns no dia a dia dos alunos. O primeiro deles é o receptor, tem função de transformar energia elétrica em energia não elétrica; neste caso, usaremos uma lâmpada para tal propósito. O outro é o dispositivo de manobra denominado de interruptor; este possui função de interromper a passagem da carga elétrica através dos condutores. Caso o nobre professor tenha construído o protoboard descrito na atividade da Unidade 8, seção 5 - Potência x Brilho, é possível estabelecer a prática a seguir utilizando o mesmo.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Seção 3 – Então, todos os componentes de um circuito elétrico transformam energia elétrica em outro tipo de energia?

Seção 5 – O comportamento da tensão elétrica num circuito.

Páginas no material do aluno

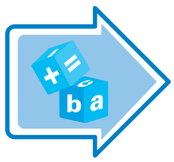
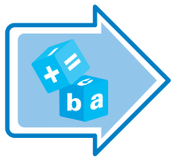
238 a 243 e
251 a 254

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Refrescando um resistor	Bateria de 9,0V; Clip para bateria; Uma lâmpada 9V (ou tensões próximas); Bocal para lâmpadas 127V; Lâmpada 127V; Fita isolante; 1m de fio tipo cabinho; Luvas de proteção	Nesta prática, evidenciaremos a dependência da resistência elétrica com a sua temperatura. Esta é uma ótima oportunidade de verificar o funcionamento de um resistor não ôhmico, verificar sua dependência com a temperatura e como este fator influencia a corrente elétrica do circuito.	Em grupos de 4 alunos	45 minutos
	Ligação em série e em paralelo num circuito de massinha de modelar	Três pilhas pequenas de 1,5 V cada, fita isolante, três ou mais LEDs vermelhos e massinha de modelar.	Neste experimento, aproveitamos as propriedades elétricas da massinha de modelar para diferenciar os conceitos de ligação em série e em paralelo de modo simples e divertido. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid14--Sec5.wmv).	grupos de 4 ou 5 alunos	30 minutos

Seção 4 – O que acontece a um circuito elétrico, se, por algum motivo, ele for interrompido?

Páginas no material do aluno

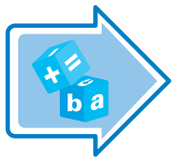
244 a 250

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Um circuito resistivo	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un14_Sec4.ggb), disponível no material anexo do professor.	Um circuito contendo apenas resistores é apresentado neste applet. Os dois tipos de associação de resistores são estudados (em série e em paralelo). É possível alterar os valores dos resistores envolvidos, bem como da tensão aplicada ao circuito. O valor da corrente correspondente é mostrado na tela.	O professor interage com toda a turma	15 minutos
	Montando um circuito simples III	1 Protoboard estabelecido na Unidade 8, Seção 5; 4 Lâmpadas 127V/40W (qualquer outra potência).	Usaremos o protoboard estabelecido na Unidade 8, Seção 5 - Potência x Brilho, para exemplificar o que ocorre, caso o circuito elétrico seja interrompido. Atente que os jumpers estão acoplados à tomada e servirão de condutores. No momento em que é retirado, a lâmpada se apaga, evidenciando a interrupção do circuito	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Circuitos Elétricos e Lei de Ohm. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Pisca-pisca de Natal: um circuito misto muito simples	Um jogo de lâmpadas pisca-pisca de Natal simples (aqueles mais antigos, com apenas uma função)	Neste experimento, utilizamos o tradicional (e muito curioso) pisca-pisca de Natal para ilustrar conceitos básicos de eletricidade e introduzir a ideia de circuito misto, que será abordado nesta Unidade.	professor interage com toda a turma	30 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o experimento ligando o pisca-pisca na tomada da sala de aula. Agora, provoque os alunos com perguntas do tipo: Vocês costumam enfeitar suas casas com pisca-pisca na época do Natal? Já tiveram a oportunidade de ter um em mãos, ligar e desligar? E, por acaso, vocês tiveram a curiosidade de saber como esse objeto tão popular funciona? Em princípio, parece que estamos diante de algo complexo; no entanto, o pisca-pisca é um circuito elétrico muito simples.

- Diga a eles que este modelo que você está apresentando é mais antigo (mais simples) e que, hoje em dia, encontramos no mercado modelos muito mais sofisticados, com várias funções. No entanto, para fins didáticos, este é mais conveniente. Para descrevê-lo, siga os passos sugeridos abaixo.

- Comece esticando o pisca-pisca completamente, desentrelace os fios o máximo possível. Mostre aos alunos que o pisca-pisca é formado de vários grupos de lâmpadas e que os grupos piscam independentemente. Grupo aqui é uma sequência de lâmpadas que acendem e apagam ao mesmo tempo, por exemplo: a figura 1 a seguir representa um pisca-pisca de 100 lâmpadas divididas em 5 grupos, o grupo 2 (lâmpadas em sequência de 21 até 40) pode estar apagado enquanto os grupos 1 e 3 (sequência 1 até 20 e 41 até 60, respectivamente) podem estar acesos.

- Aproveite esse momento para introduzir a ideia de ligação em série e em paralelo. As lâmpadas que pertencem ao mesmo grupo estão ligadas em série, e os diversos grupos estão ligados em paralelo. Mostre que na ligação em série a corrente só tem um caminho para percorrer, enquanto na ligação em paralelo há uma divisão da corrente.

- Talvez seja interessante fazer um desenho esquemático no quadro negro do circuito do pisca-pisca (conforme mostrado na Figura 1). Ele ajudará a evidenciar a diferença entre ligação em série e paralelo.

- Para ressaltar a diferença entre esses dois tipos de ligação, retire uma lâmpada de um grupo, digamos a 2ª lâmpada do grupo 2, e mostre que, embora os outros grupos continuem piscando, todas as lâmpadas do grupo 2 permanecem apagadas. Ao tirar a lâmpada, abrimos o circuito, interrompendo a passagem de corrente naquele grupo. Lembre aos alunos que o circuito elétrico de nossas casas também funciona dessa maneira, ou seja, a geladeira não deixa de funcionar porque tem uma lâmpada queimada na sala; esses dois objetos são ligados em paralelo.

- Agora vamos discutir por que as luzes piscam.

- Identifique no circuito um tipo de lâmpada diferente, com uma lâmina bimetálica (em geral, é uma lâmpada branca – veja a Figura 2a abaixo). Em cada grupo de lâmpadas em série, pelo menos uma é do tipo bimetálica - ela é responsável por fazer as luzes piscarem. Mostre aos alunos os dois tipos de lâmpada que compõem o pisca-pisca.

- Explique aos alunos que a lâmina desta lâmpada é feita de dois materiais condutores diferentes, colados um ao outro, e que se dilatam de maneira diferente quando são aquecidos (por efeito joule). Como um material dilata mais que o outro, para que eles permaneçam grudados ao serem aquecidos, eles têm que se encurvar. Ao se encurvarem, perdem o contato com o filamento da lâmpada, o circuito abre e a lâmpada apaga (veja a Figura 2b adiante). Consequentemente, todas as lâmpadas desse grupo apagam ao mesmo tempo. Ao esfriar, a lâmina volta à sua posição original, o contato com o filamento é refeito e todo o grupo acende novamente.

- Observe que, assim que ligamos o pisca-pisca na tomada, todas as lâmpadas acendem e leva certo tempo até que elas comecem a piscar. Os grupos piscam aleatoriamente porque as lâminas de cada lâmpada não são exatamente iguais: umas dilatam mais rápido e outras mais devagar, e umas demoram mais para esfriar que outras.

- Para enfatizar o efeito da lâmpada com lâmina bimetálica, coloque uma lâmpada comum no lugar de uma bimetálica e mostre que aquele conjunto para de piscar. Recoloque a bimetálica e mostre que tudo volta a funcionar como antes.

- Para terminar o experimento, levante a seguinte questão: o que acontece com o circuito quando uma lâmpada queima? Nos pisca-piscas mais antigos, a queima de uma lâmpada causa o apagamento de todo o grupo ao qual ela pertence. Nesse caso, para identificar a lâmpada queimada, temos que testar uma por uma do grupo. Nos pisca-piscas mais modernos, as lâmpadas (exceto a bimetálica) possuem uma conexão extra que substitui o filamento em caso de queima. A lâmpada queimada não acende, mas pode ser facilmente reconhecida porque todo o grupo continua funcionando normalmente.

Figuras ilustrativas

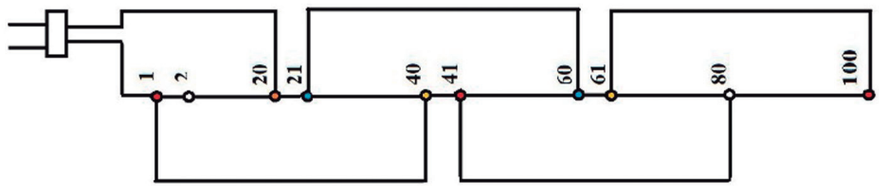


Figura 1
Fonte: Andreia Saguia

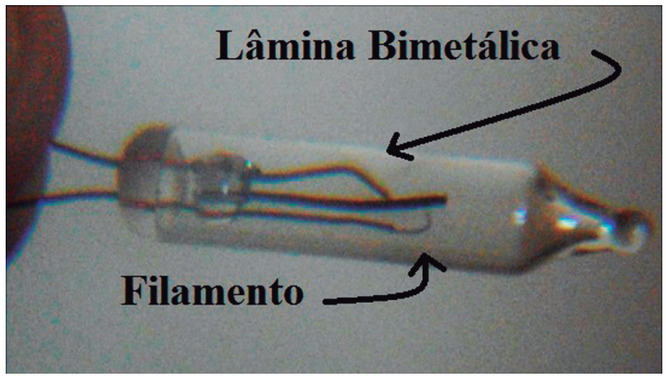


Figura 2
Fonte: Andreia Saguia

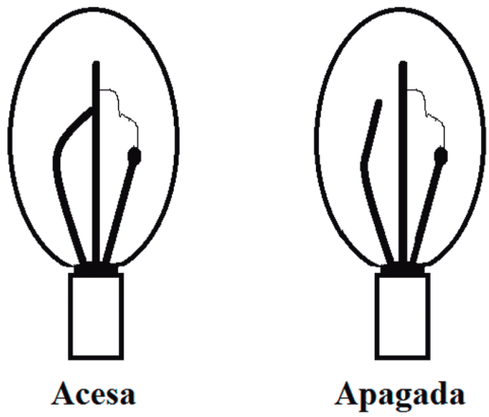


Figura 3
Fonte: Andreia Saguia

Aspectos pedagógicos

Após a apresentação desse experimento, é possível que os alunos fiquem bastante curiosos para entender o funcionamento dos pisca-piscas mais sofisticados (com várias funções). Nesse caso, você pode simplesmente dizer que o controle das lâmpadas agora é feito por um chip eletrônico transistorizado. Os grupos são separados por cores e intercalados, ao invés de dispostos um após o outro, como o do nosso experimento. O chip controla a entrada de energia elétrica em cada grupo e os aciona independentemente, criando, assim, uma série de efeitos especiais.

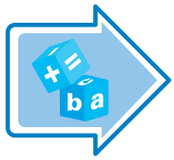
Eles também podem apresentar alguma curiosidade referente à conexão extra que substitui o filamento em caso de queima. Uma explicação simples seria: a conexão extra da lâmpada é feita por um fio metálico ligado paralelamente ao filamento da lâmpada (ele pode ser visto com a ajuda de uma lupa). Esse fio é revestido com um material de alta resistência e, por isso, enquanto o filamento estiver funcionando, nenhuma corrente passará por ele. No entanto, quando o filamento se rompe, a corrente não tem alternativa, senão tomar o caminho desse fio. O material resistente que envolve o fio é tal que derrete por efeito joule, deixando o condutor livre para conduzir. O circuito fecha novamente, e o resto do grupo volta a funcionar como antes.

Seção 1 – Você já correu numa pista de corrida?

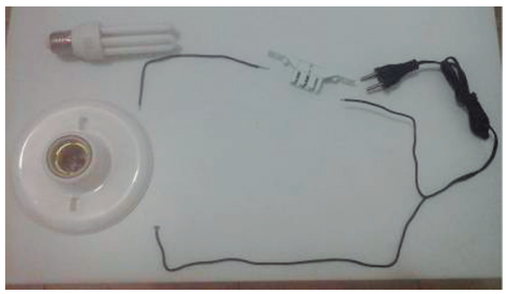
Seção 2 – Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra

Páginas no material do aluno

234 a 237

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Montando um circuito simples I	Chicote para 127V; Lâmpada 127V; Interruptor Liga e Desliga (on – off); Alicate de corte; Chave de fenda pequena; Fita isolante;	Este experimento procura evidenciar a trajetória da corrente elétrica e os elementos com quem ela interage. O circuito é denominado simples quando só se manifesta uma única corrente elétrica. Ainda nesta prática, é possível explorar alguns elementos, como interruptor e lâmpada (resistências), e como estes se comportam na presença da corrente elétrica residencial	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

- Separe bem as extremidades do chicote de 127V e interrompa uma das pernas do chicote, dividindo-a em duas partes.

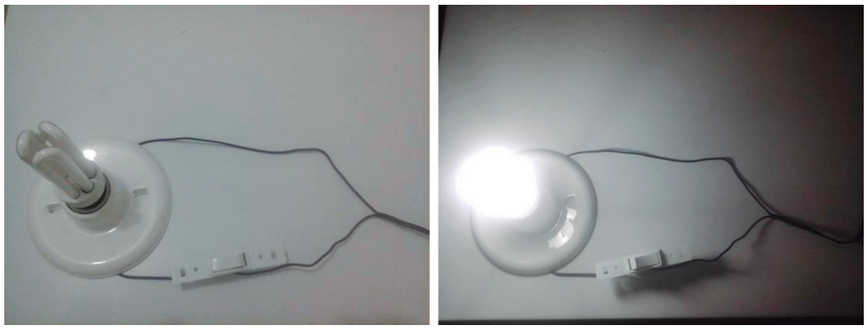


Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Conecte as partes, a fim de montar o circuito como na figura abaixo. Note que o interruptor encontra-se instalado somente em uma das pernas do chicote de 127V.

Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Conecte a tomada do chicote à tensão de 127V da sala de aula e acione o interruptor.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

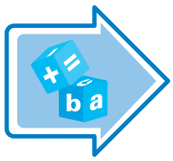
- Tome muito cuidado com tensões elevadas; isole bem as partes dos fios expostas.
- Explore a utilização dos dispositivos de manobra no circuito, sua correta instalação e como esses dispositivos são viáveis no nosso dia a dia.
- O professor pode lançar mão de fios paralelos e tomada para substituir o chicote pré- montado de loja.
- Evite apoiar o experimento em mesas metálicas quando funcionando; é possível que algum fio encoste na mesa e cause sérios acidentes.

Seção 1 – Você já correu numa pista de corrida?

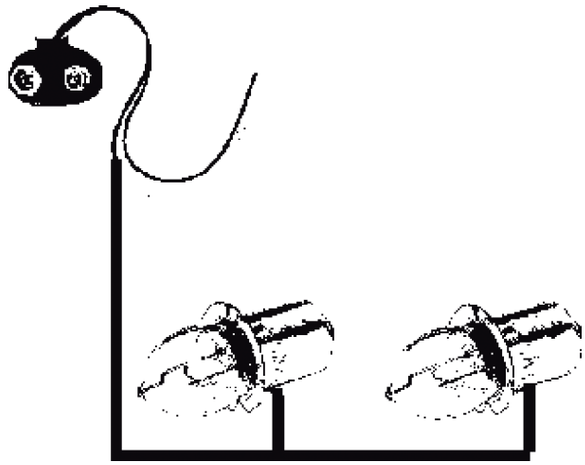
Seção 2 – Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra

Páginas no material do aluno

234 a 237

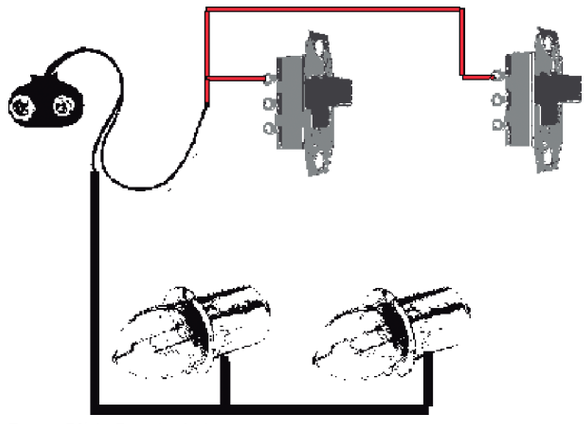
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Montando um circuito simples II	1 Fio do tipo cabinho; 2 Lâmpadas de lanterna; 2 Interruptores Liga e Desliga duplo (Conhecido como H H); 1 Alicate de corte; 1 Chave de fenda pequena; 1 Fita isolante; 1 Clip de Bateria 9V; 2 Interruptores tipo three-way	Este experimento leva em conta dois dispositivos comuns no dia a dia dos alunos. O primeiro deles é o receptor, tem função de transformar energia elétrica em energia não elétrica; neste caso, usaremos uma lâmpada para tal propósito. O outro é o dispositivo de manobra denominado de interruptor; este possui função de interromper a passagem da carga elétrica através dos condutores. Caso o nobre professor tenha construído o protoboard descrito na atividade da Unidade 8, seção 5 - Potência x Brilho, é possível estabelecer a prática a seguir utilizando o mesmo.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

- Separe pedaços específicos de fio (podendo usar fios utilizados em extensão, denominados fios paralelos). Desencape as extremidades.
- Desencape um pedaço generoso do cabo, fixando-o firmemente ao redor do terminal externo (rosca de contato) da primeira lâmpada. Repita o mesmo procedimento com a segunda lâmpada. Una as extremidades opostas dos fios que estão atados às lâmpadas e os conecte ao terminal negativo (fio preto) do clip de bateria.



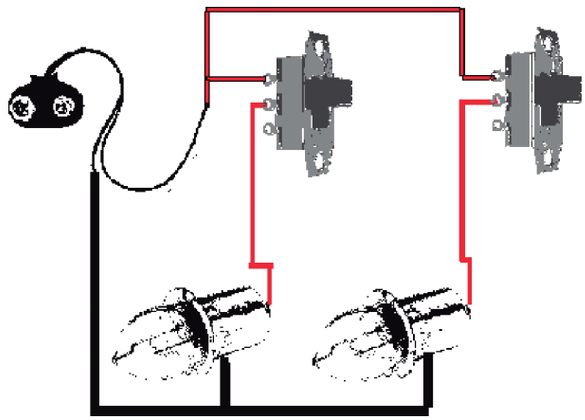
Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Em uma das extremidades da chave HH, conecte um fio (vermelho) que será acoplado ao terminal positivo do clip de bateria (atente para usar os bornes das extremidades da chave HH). Repita o mesmo para a outra chave..



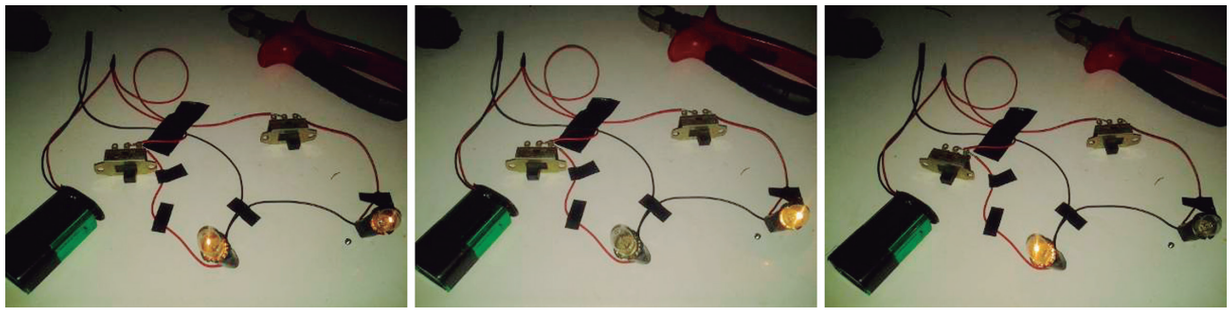
Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Usando outro pedaço de fio, conecte o terminal central da chave HH ao borne de contato inferior da lâmpada.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Conecte o gerador (bateria 9V). Evidencie a manobra executada pelo interruptor e a função do gerador neste circuito. Desligue ambos os interruptores (chaves HH) e observe que as lâmpadas permanecem apagadas. Ao ligar um único interruptor, a corrente é estabelecida somente na lâmpada subsequente ao mesmo. Atente que, ao ligar o segundo interruptor, as duas lâmpadas acenderão. O professor pode explorar a independência dos interruptores no circuito (dispositivos de manobra).

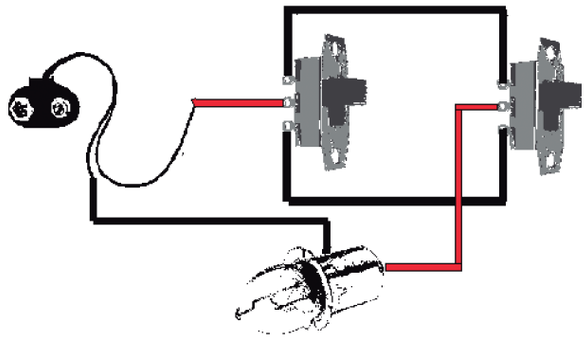


Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

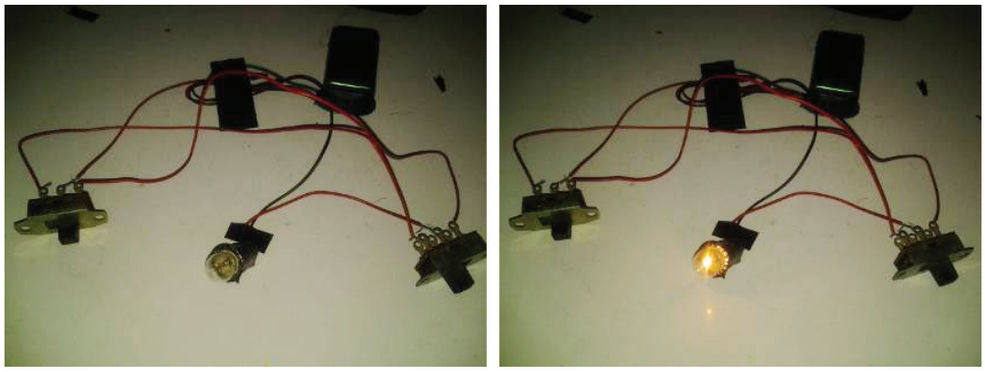
Aspectos pedagógicos

- Tome muito cuidado com tensões elevadas; isole bem as partes dos fios expostas.
- Explore a utilização dos dispositivos de manobra no circuito, sua correta instalação e como esses dispositivos são viáveis no nosso dia a dia.
- Você pode lançar mão de fios paralelos e tomada para substituir o chicote pré-montado de loja.

- Evite apoiar o experimento em mesas metálicas quando funcionando; é possível que algum fio encoste na mesa e cause sérios acidentes.
- Em alguns casos, é possível desenvolver a conexão denominada three-way, conforme pode ser visto a seguir; isto ocorre quando conectamos interruptores com 3 terminais em paralelo. Esta ligação é comum onde se deseja acionar uma única lâmpada (receptor) com 2 interruptores (dispositivos de manobra). No cotidiano dos alunos, é comum vê-los em lâmpadas de garagem, varanda, corredores, escadas, etc.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

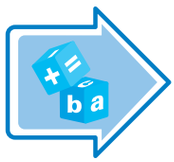


Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

Seção 3 – Então, todos os componentes de um circuito elétrico transformam energia elétrica em outro tipo de energia?

Seção 5 – O comportamento da tensão elétrica num circuito.

Páginas no material do aluno
10 a 15 e 15 a 23

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Refrescando um resistor	Bateria de 9,0V; Clip para bateria; Uma lâmpada 9V (ou tensões próximas); Bocal para lâmpadas 127V; Lâmpada 127V; Fita isolante; 1m de fio tipo cabinho; Luvas de proteção	Nesta prática, evidenciaremos a dependência da resistência elétrica com a sua temperatura. Esta é uma ótima oportunidade de verificar o funcionamento de um resistor não ôhmico, verificar sua dependência com a temperatura e como este fator influencia a corrente elétrica do circuito.	Em grupos de 4 alunos	45 minutos

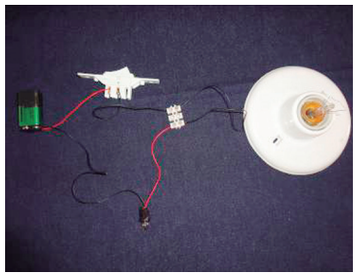
Aspectos operacionais

- Com muito cuidado, quebre o receptáculo ao redor do filamento na lâmpada de 127V, retire as bordas de vidro que sobrarem ao redor da rosca da lâmpada.

Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

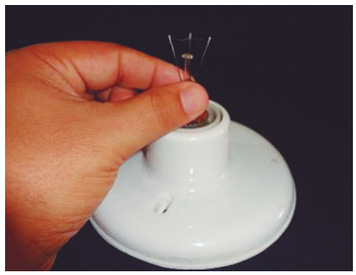
- Usando a montagem estabelecida na pratica **"Usando o multímetro para medir correntes elétricas" –**

Seção 1/2, Unidade 7 (neste caso, substituímos a lâmpada automotiva por lâmpadas de lanternas – 7,2V), conecte o bocal para lâmpadas utilizando 2 fios flexíveis ao conector sindal.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Atarraxe a lâmpada ao bocal (cuidado para não romper o filamento) e acione o interruptor.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- Assopre vigorosamente o filamento da lâmpada de 127V e observe a lâmpada de 9V acendendo.

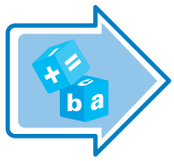
Aspectos pedagógicos

- É imprescindível que o professor, assim como os alunos, utilizem luvas para a proteção das mãos durante a quebra do receptáculo que envolve o filamento da lâmpada de 127V; atente em não partir o filamento da mesma.
- Não reutilize a lâmpada 127V após a quebra do receptáculo que envolve o filamento.
- Durante o funcionamento, é possível que o filamento fique rubro; não toque, pois existe perigo iminente de queimaduras.
- Atente que, durante esta prática, é possível explorar a noção de circuitos simples, geradores, interruptores, sentido da corrente elétrica, etc.

Seção 3 – Então, todos os componentes de um circuito elétrico transformam energia elétrica em outro tipo de energia?

Seção 5 – O comportamento da tensão elétrica num circuito.

Páginas no material do aluno
238 a 243 e 251 a 254

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Ligação em série e em paralelo num circuito de massinha de modelar	Três pilhas pequenas de 1,5 V cada, fita isolante, três ou mais LEDs vermelhos e massinha de modelar.	Neste experimento, aproveitamos as propriedades elétricas da massinha de modelar para diferenciar os conceitos de ligação em série e em paralelo de modo simples e divertido. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid14--Sec5.wmv).	grupos de 4 ou 5 alunos	30 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o experimento com uma conversa sobre a diferença entre os dois tipos de ligação possíveis em um circuito: em série e em paralelo. Você pode desenhar dois circuitos simples no quadro negro, exemplificando essas duas situações (veja Figura 1). Ressalte que, numa ligação em série (Figura 1a), a corrente só tem um caminho possível para percorrer o circuito, enquanto na ligação em paralelo (Figura 1b), a corrente se divide em dois ou mais caminhos.

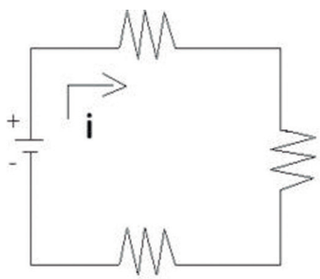


Figura 1a
Fonte: Andreia Saguia

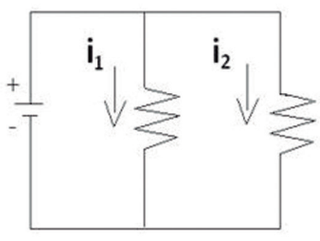


Figura 1b
Fonte: Andreia Saguia

- Para visualizar o que acontece com a voltagem nesses dois tipos de ligação, proponha o experimento a seguir.
- Comece dividindo a turma em grupos de quatro ou cinco estudantes. Cada grupo deve estar munido de três pilhas de 1,5 V, três ou mais LEDs (de preferência, todos vermelhos, pois funcionam com a mesma voltagem, e a explicação fica mais simples) e um potinho de massa de modelar (obs.: a massinha deve ser feita com sal e deve ser nova, a fim de manter sua propriedade condutora).
- Oriente os alunos na execução dos seguintes passos:

1. Dividir a massinha em duas porções e enrolar cada porção na forma de um cilindro.
2. Tentar acender um LED com uma única pilha. Para esse teste, basta fazer a seguinte conexão: ligar uma extremidade de um cilindro de massinha no polo positivo da pilha e a outra extremidade na perna maior do LED; ligar a perna menor de LED ao polo negativo da pilha (ver Figura 2). Como o LED vermelho funciona com uma voltagem de 1,8 V e a pilha só fornece cerca de 1,5 V, o LED não acenderá.

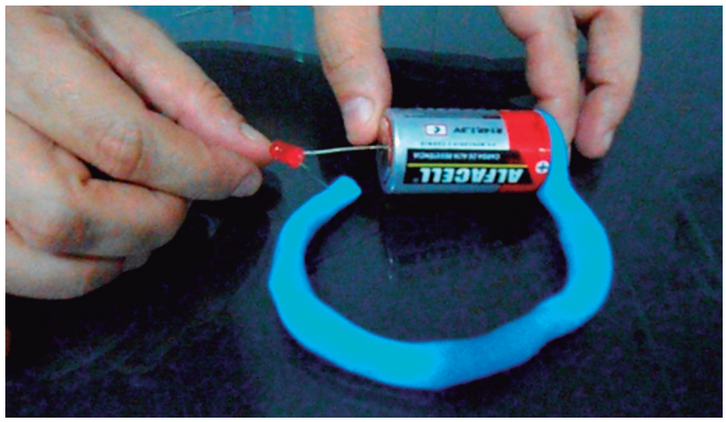


Figura 2
Fonte: Andreia Saguia

3. Conectar duas pilhas em série com o LED e mostrar que agora o LED acende. Isso ocorre porque na ligação em série as voltagens das pilhas se somam, fornecendo uma voltagem final de aproximadamente 3,0 V, suficiente para aceder o LED vermelho (1,8 V).
4. Conectar as três pilhas em série com dois LEDs e mostrar que eles brilham com praticamente a mesma intensidade (ver Figura 3). As pilhas em série fornecem uma voltagem de aproximadamente 4,5 V, descontando a perda com a resistência da massinha; o que resta deveria ser igualmente dividido entre os dois LEDs se eles fossem exatamente iguais. Mas como sempre há alguma diferença entre eles e também há uma pequena resistência na massinha que conecta os dois LEDs, a voltagem em cada LED é um pouquinho diferente, e eles brilham com intensidades ligeiramente diferentes. Essa diferença fica muito mais clara quando ligamos três LEDs em série (ver Figura 4).

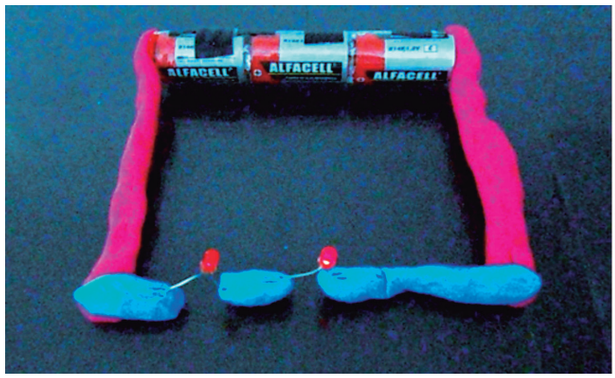


Figura 3
Fonte: Andreia Saguia.

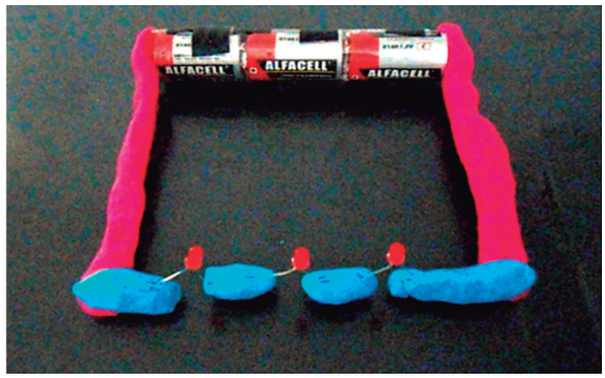


Figura 4
Fonte: Andreia Saguia

5. Com o circuito ligado em série, retirar um LED e mostrar que todos os LEDs apagam. A corrente nesse tipo de circuito só tem um caminho para percorrer; ao retirar o LED, interrompemos a passagem da corrente e, por isso, todos os LEDs apagam.
6. Conectar as três pilhas em série com três LEDs em paralelo e mostrar que eles brilham com a mesma intensidade (ver Figura 5). Nesse tipo de ligação, a voltagem em cada LED é praticamente a mesma, e todos eles acendem da mesma maneira.

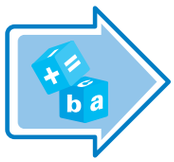
Figura 5
Fonte: Andreia Saguia.

Aspectos pedagógicos

Uma característica interessante desse experimento é que a massinha de modelar possibilita montar diversos tipos de circuito e explorar variadas configurações com muita facilidade. Assim, você pode tornar a aula mais rica, estimulando os alunos a montar seus próprios circuitos e experimentar. Por exemplo, eles podem tentar montar um circuito misto e verificar o comportamento da tensão nesse tipo de sistema. Eles podem fazer uma conexão em série, intercalando pilhas e LEDs, e verificar o funcionamento desse circuito (será que algum LED acenderá?). Que tal verificar o que acontece quando as pilhas são ligadas em paralelo? Pode-se também usar LEDs de cores diferentes para mostrar o que acontece no circuito em série e em paralelo quando temos um elemento que causa maior queda de tensão. Ou seja, nesse experimento, a criatividade é o limite.

Seção 4 – O que acontece a um circuito elétrico, se, por algum motivo, ele for interrompido?

Páginas no material do aluno
244 a 250

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Um circuito resistivo	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un14_Sec4.ggb), disponível no material anexo do professor.	Um circuito contendo apenas resistores é apresentado neste applet. Os dois tipos de associação de resistores são estudados (em série e em paralelo). É possível alterar os valores dos resistores envolvidos, bem como da tensão aplicada ao circuito. O valor da corrente correspondente é mostrado na tela.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Antes de iniciar este applet, é preciso discutir os conceitos de associação de resistores e a Lei de Ohm na forma V=R.I (onde V é a voltagem aplicada, R é a resistência do circuito e I é a corrente que passa pelo circuito).
- Inicie o applet e discuta o circuito apresentado. Nesta discussão, pergunte qual é o tipo de associação presente em cada parte do circuito. Reforce a ideia de que esse circuito pode ser substituído por uma única resistência cujo valor pode ser calculado.
- No circuito apresentado, comece calculando as resistências equivalentes das associações em paralelo. Um resultado fácil de ser obtido é o de que a associação em paralelo de dois resistores de resistência R é R/2. Esse é o caso dos valores iniciais apresentados no applet.

- Em seguida, o circuito será análogo a um composto apenas por resistores associados em série, e será fácil encontrar a resistência equivalente e a corrente que passa pelo circuito.
- Altere os valores da tensão e das resistências; peça que os alunos calculem a corrente correspondente e verifique o resultado.

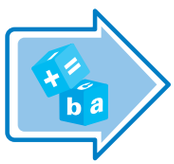
Aspectos pedagógicos

A associação de resistores costuma assustar diversos alunos, principalmente quando os dois tipos de associação estão misturados num mesmo circuito. Resolva o problema de maneira bastante sistemática, indicando as simplificações que surgem a cada nova associação (de preferência, desenhando os esquemas dos circuitos).

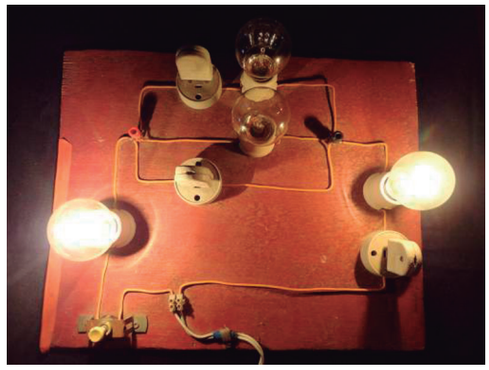
No caso das associações em paralelo, pode-se explorar outra característica neste applet. Quando uma das resistências é muito maior que a outra, a resistência equivalente é praticamente igual à menor delas. Por exemplo, associar um resistor de 0.1 Ohm com um de 10 Ohm em paralelo resulta em uma resistência equivalente de aproximadamente 0.1 Ohm, ou seja, a corrente passa praticamente toda pelo resistor de 0.1 Ohm; é como se o resistor de 10 Ohm nem estivesse presente.

Seção 4 – O que acontece a um circuito elétrico, se, por algum motivo, ele for interrompido?

Páginas no material do aluno
244 a 250

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Montando um circuito simples III	1 Protoboard estabelecido na Unidade 8, Seção 5; 4 Lâmpadas 127V/40W (qualquer outra potência).	Usaremos o protoboard estabelecido na Unidade 8, Seção 5 - Potência x Brilho, para exemplificar o que ocorre, caso o circuito elétrico seja interrompido. Atente que os jumpers estão acoplados à tomada e servirão de condutores. No momento em que é retirado, a lâmpada se apaga, evidenciando a interrupção do circuito	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

- Acione o interruptor geral do protoboard e acople todos os plugues.

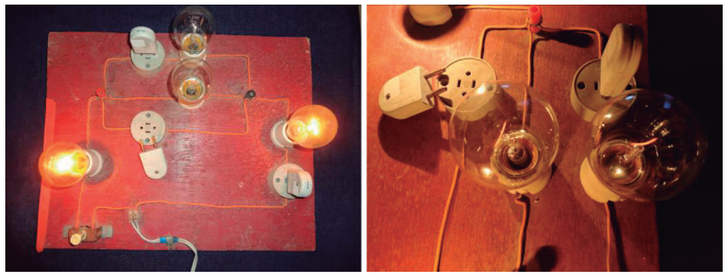


Fonte: Fábio Ferreira Luiz

- Retire o último plugue e atente que todas as lâmpadas se apagam.

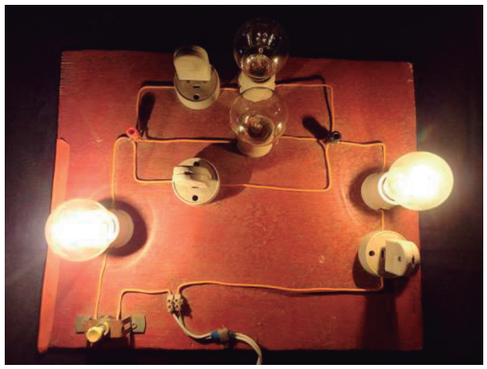
Fonte: Fábio Ferreira Luiz

- Retorne o plugue do passo anterior à sua devida posição. Retire o plugue inferior da associação (no meio do circuito) e note que as lâmpadas passam a acender.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz

- Retorne o plugue inferior da associação (no meio do circuito); este plugue estabelece, nesta parte do circuito, um curto em seus terminais. A corrente elétrica procura o caminho com menor resistência.



Fonte: Fábio Ferreira Luiz

Aspectos pedagógicos

- Tome muito cuidado com tensões elevadas; isole bem as partes dos fios expostas.
- Explore a utilização dos dispositivos de manobra no circuito, sua correta instalação e como esses dispositivos são viáveis no nosso dia a dia.
- O professor pode lançar mão de fios paralelos e tomada para substituir o chicote pré- montado de loja.
- Evite apoiar o experimento em mesas metálicas, quando funcionando; é possível que algum fio encoste na mesa e cause sérios acidentes.
- O fato descrito no segundo passo é muito importante, é uma dúvida comum dentre os alunos da rede estadual de educação. É interessante o professor relembrar o que é a diferença de potencial e sua aplicação no circuito.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Circuitos Elétricos e Lei de Ohm. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento da avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 9. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

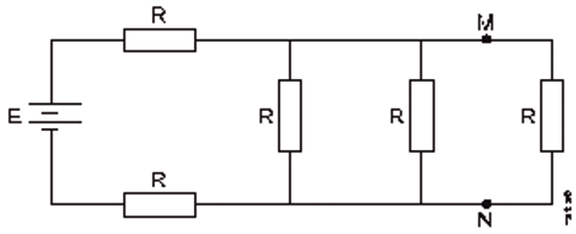
- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado neste material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios - Circuito Elétrico

1. (UERJ 2014) Cinco resistores de mesma resistência R estão conectados à bateria ideal E de um automóvel, conforme mostra o esquema:



Inicialmente, a bateria fornece ao circuito uma potência P_I. Ao estabelecer um curto-circuito entre os pontos M e N, a potência fornecida é igual a P_F.

A razão $\frac{P_F}{P_I}$ é dada por:

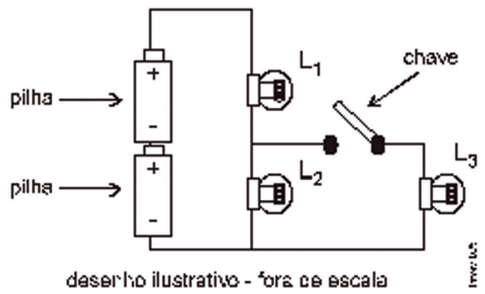
a. $\frac{7}{9}$

b. $\frac{14}{15}$

c.1

d. $\frac{7}{6}$

2. (ESPCEX (AMAN) 2014) O circuito elétrico de um certo dispositivo é formado por duas pilhas ideais idênticas, de tensão "V" cada uma, três lâmpadas incandescentes ôhmicas e idênticas L_1, L_2 e L_3, uma chave e fios condutores de resistências desprezíveis. Inicialmente, a chave está aberta, conforme o desenho abaixo.



Em seguida, a chave do circuito é fechada. Considerando que as lâmpadas não se queimam, pode-se afirmar que

a. a corrente de duas lâmpadas aumenta.

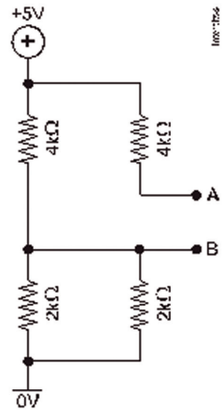
b. a corrente de L_1 diminui e a de L_3 aumenta.

c. a corrente de L_3 diminui e a de L_2 permanece a mesma.

d. a corrente de L_1 diminui e a corrente de L_2 aumenta.

e. a corrente de L_1 permanece a mesma e a de L_2 diminui.

3. (FUVEST 2013) No circuito da figura abaixo, a diferença de potencial, em módulo, entre os pontos A e B é de



a. 5 V.

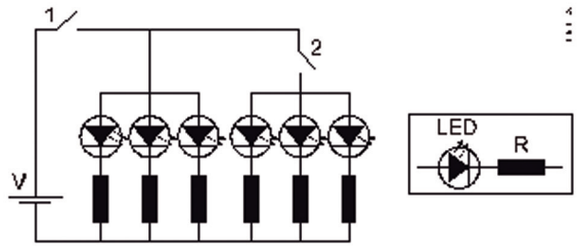
b. 4 V.

c. 3 V.

d. 1 V.

e. 0 V.

4. (UFSC 2013) LED, do inglês *Light Emitting Diode*, ou seja, diodo emissor de luz, é um componente eletrônico, um semicondutor que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, emite luz em uma frequência que depende da dopagem. A grande vantagem do LED é o baixo consumo de energia e as pequenas dimensões. Na figura abaixo, é apresentado, de forma esquemática, o circuito de uma lanterna de LED. Esta lanterna é composta por três pilhas em série, de 1,5 V cada, e por seis LEDs idênticos. A lanterna funciona da seguinte forma: ao acioná-la pela primeira vez, a chave 1 é ligada; ao acioná-la pela segunda vez, a chave 2 é ligada; ao acioná-la pela terceira vez, as duas chaves são desligadas. Os LEDs em questão possuem uma resistência desprezível. A única limitação técnica para o funcionamento de um LED é a corrente elétrica que o percorre. Vamos admitir que, para que um LED funcione perfeitamente, a corrente elétrica que o percorre deva ser de 20,0 mA. Para garantir isso, um resistor de resistência R é associado ao LED.



Com base no exposto, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

(1) O resistor associado em série ao LED possui uma resistência de 225,0 Ω

(2) A corrente elétrica que percorre a chave 2, quando acionada, é igual à corrente elétrica que percorre a chave 1 quando somente ela é acionada.

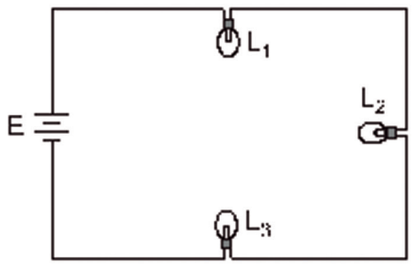
(4) A corrente elétrica que percorre a chave 1 é igual à corrente elétrica que percorre a chave 2, quando ambas estão acionadas.

(8) Os três LEDs ligados à chave 2 estão em série com os outros três LEDs.

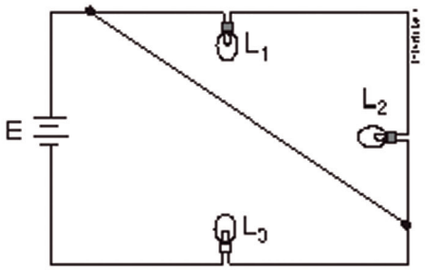
(16) Ao acionar a chave 1, a resistência do circuito é de 75,0 Ω ao acionar a chave 2, a resistência do circuito passa a ser de 150,0 Ω

(32) A função do resistor neste circuito é limitar a corrente elétrica que percorre o LED.

5. (UERJ 2013) Em uma experiência, três lâmpadas idênticas $\{L_1, L_2, L_3\}$ foram inicialmente associadas em série e conectadas a uma bateria E de resistência interna nula. Cada uma dessas lâmpadas pode ser individualmente ligada à bateria E sem se queimar. Observe o esquema desse circuito, quando as três lâmpadas encontram-se acesas:



Em seguida, os extremos não comuns de L_1 e L_2 foram conectados por um fio metálico, conforme ilustrado abaixo:



A afirmativa que descreve o estado de funcionamento das lâmpadas nessa nova condição é:

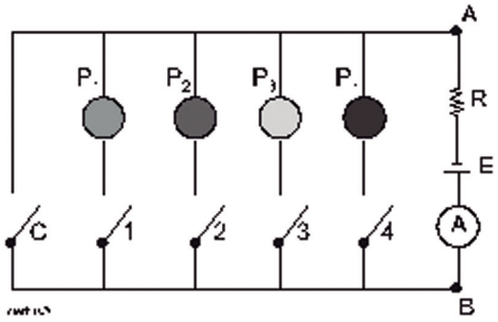
a. As três lâmpadas se apagam.

b. As três lâmpadas permanecem acesas.

c. L_1 e L_2 se apagam e L_3 permanece acesa.

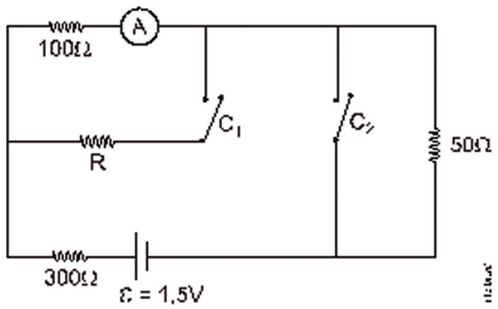
d. L_3 se apaga e L_1 e L_2 permanecem acesas.

6. (UNESP 2013) Em um jogo de perguntas e respostas, em que cada jogador deve responder a quatro perguntas (P_1, P_2, P_3 e P_4), os acertos de cada participante são indicados por um painel luminoso constituído por quatro lâmpadas coloridas. Se uma pergunta for respondida corretamente, a lâmpada associada a ela acende. Se for respondida de forma errada, a lâmpada permanece apagada. A figura abaixo representa, de forma esquemática, o circuito que controla o painel. Se uma pergunta é respondida corretamente, a chave numerada associada a ela é fechada, e a lâmpada correspondente acende no painel, indicando o acerto. Se as quatro perguntas forem respondidas erradamente, a chave C será fechada no final, e o jogador totalizará zero ponto.



Cada lâmpada tem resistência elétrica constante de 60Ω e, junto com as chaves, estão conectadas ao ramo AB do circuito, mostrado na figura, onde estão ligados um resistor ôhmico de resistência R=20Ω--, um gerador ideal de f.e.m. E = 120 V e um amperímetro A de resistência desprezível, que monitora a corrente no circuito. Todas as chaves e fios de ligação têm resistências desprezíveis. Calcule as indicações do amperímetro quando um participante for eliminado com zero acerto, e quando um participante errar apenas a P_2.

7. (EPCAR (AFA) 2013) No circuito elétrico esquematizado abaixo, a leitura no amperímetro A não se altera quando as chaves C_1 e C_2 são simultaneamente fechadas



Considerando que a fonte de tensão ε_1 o amperímetro e os fios de ligação são ideais e os resistores ôhmicos, o valor de R é igual a

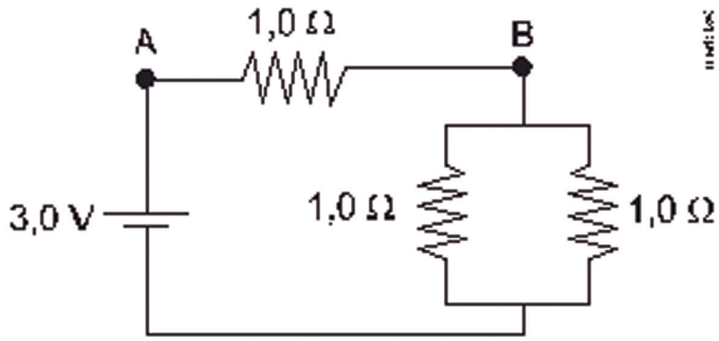
a. 50 Ω

b. 100 Ω

c. 150 Ω

d. 600 Ω

8. (PUCRJ 2013)



No circuito mostrado na figura, a diferença de potencial entre os pontos B e A vale, em Volts:

a. 3,0

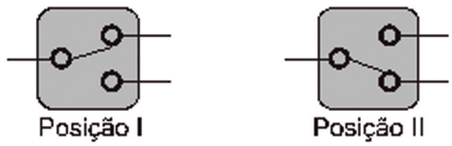
b. 1,0

c. 2,0

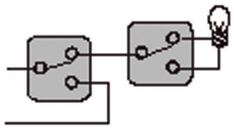
d. 4,5

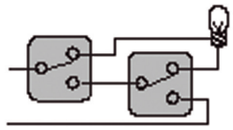
e. 0,75

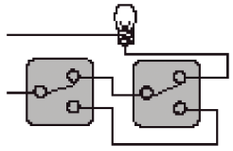
9. (ENEM 2012) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I, a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave o conecta ao terminal inferior.

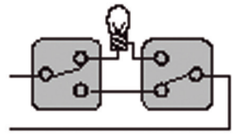


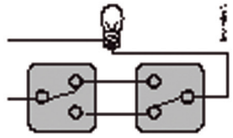
O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:

a. 

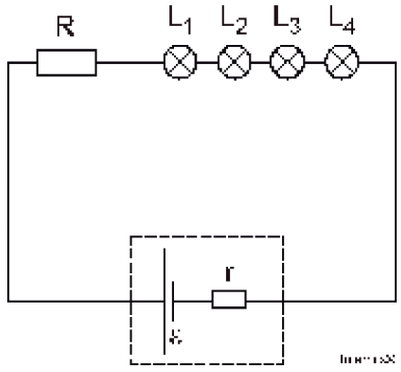
b. 

c. 

d. 

e. 

10. (G1 - IFSC 2012) Um estudante do ensino médio quer montar em seu quarto um circuito com quatro lâmpadas idênticas com a seguinte especificação (2,0 V – 8,0 W). Mas para alimentar o circuito ele conta somente com uma fonte (ε = 20,0V e r = 1,0 Ω). Para não queimar as lâmpadas, ele usa um resistor R, como está indicado na figura abaixo:



Com base na situação exposta, é CORRETO afirmar que:

a. as lâmpadas vão queimar, independentemente do valor de R.

b. a resistência R vale 2,0 Ω

c. o objetivo do resistor R neste circuito é transformar energia elétrica em energia luminosa.

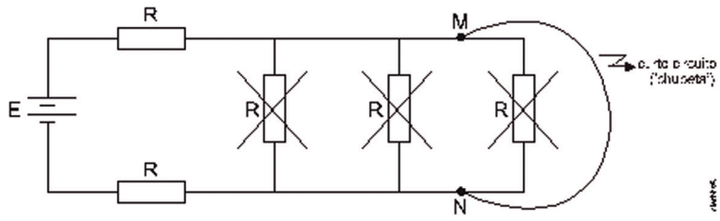
d. a resistência R vale 4,0 Ω

e. se o estudante associar as lâmpadas em paralelo, elas não vão queimar.

Gabarito Comentado:

Resposta da questão 1: [D}

Estabelecendo um curto-circuito, popularmente conhecido como "chupeta", entre os pontos M e N, os três resistores em paralelo não mais funcionam.



Para as duas situações inicial e final, as respectivas resistências equivalentes são:

$$\begin{cases} R_I = \dfrac{R}{3} + 2R = \dfrac{7}{3}R. \\ R_F = 2R. \end{cases}$$

Calculando as potências dissipadas:

$$P_d = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_I = \dfrac{E^2}{7R/3} = \dfrac{3E^2}{7R} \\ P_F = \dfrac{E^2}{2R} \end{array} \right\} \div \Rightarrow \frac{P_F}{P_I} = \frac{E^2}{2R} \times \frac{7R}{3E^2} \Rightarrow \frac{P_F}{P_I} = \frac{7}{6}.$$

Resposta da questão 2: [A]

Seja **R** a resistência de cada lâmpada e **U** a ddp fornecida pela associação das duas pilhas.

Calculemos a corrente em cada lâmpada nos dois casos, usando a 1ª lei de Ohm:

CHAVE ABERTA:

A resistência equivalente é: $R_{ab} = R + R = 2\,R$.

A corrente gerada é: $I_{ab} = \frac{U}{R_{ab}} = \frac{U}{2\,R}$.

As correntes nas lâmpadas são: $i_1 = i_2 = I_{ab} = \frac{U}{2R} = 0{,}5\,R;\ i_3 = 0$.

CHAVE FECHADA:

A resistência equivalente é: $R_{fec} = R + \frac{R}{2} = \frac{3\,R}{2}$.

A corrente gerada é: $I_{fec} = \frac{U}{R_{fec}} = \frac{U}{\frac{3}{2}R} = \frac{2U}{3R} \Rightarrow I_{fec} = 0{,}67\,\frac{U}{R}$.

As correntes nas lâmpadas são: $i_1 = I_{fec} = 0{,}67\frac{U}{R};\ i_2 = i_3 = \frac{I_{fec}}{2} = 0{,}33\,R$.

Conclusão: i_1 e i_3 aumentam e i_2 diminui.

Resposta da questão 3: [B]

Como o circuito está aberto entre os pontos A e B, a corrente elétrica entre esses pontos é nula, sendo, portanto, também nula a corrente pelo resistor de $R_2 = 4\ \Omega$ ligado ao ponto A; ou seja, esse resistor não tem função, não entrando no cálculo da resistência equivalente. O circuito da Figura 2 é uma simplificação do circuito da Figura 1.

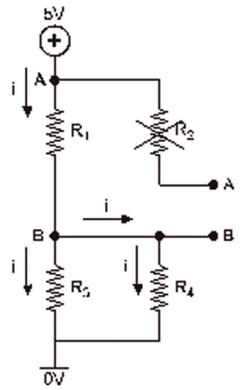


Figura 1

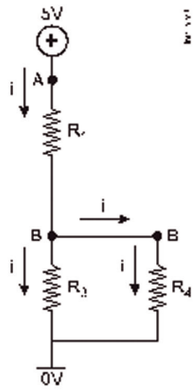


Figura 2

Calculando a resistência equivalente: $R_{eq} = \frac{2}{2} + 4 = 5\ \Omega$

A d.d.p. no trecho é **U** = 5 V, e a ddp entre os pontos A e B ($\mathbf{U_{AB}}$) é a própria ddp no resistor R_1. Assim:

$$\mathbf{U = R_{eq}\, I \;\Rightarrow\; I = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{5}{5} = 1\ A.}$$

$$\mathbf{U_{AB} = R_1\, i = 4(1) \;\Rightarrow\; U_{AB} = 4\ V.}$$

Resposta da questão 4: 01 + 02 + 32 = 35.

[01] Correta.

As três pilhas de 1,5 V estão associadas em série, então a ddp em cada LED é **U = 4,5 V**. A corrente é **i = 20 mA = 2 x 10^{-2}** A. Aplicando a 1ª lei de Ohm:

$$\mathbf{U = R\, i \;\Rightarrow\; R = \frac{U}{i} = \frac{4{,}5}{2 \times 10^{-2}} \;\Rightarrow\; R = 225\ \Omega}$$

[02] Correta.

Desde que a chave 1 esteja acionada, quando a chave 2 for acionada.

[04] Incorreta.

A corrente na chave 1 é o dobro da corrente na chave 2.

[08] Incorreta.

Estão em paralelo.

[16] Incorreta.

Os seis LEDs estão em paralelo. Quando apenas a chave 1 está ligada, a resistência do circuito é R_1 e quando as duas chaves estão ligados, é R_2:

$$\begin{cases} \mathbf{R_1 = \dfrac{R}{3} = \dfrac{225}{3} = 75\ \Omega} \\ \mathbf{R_2 = \dfrac{R}{6} = \dfrac{225}{6} = 37{,}5\ \Omega} \end{cases}$$

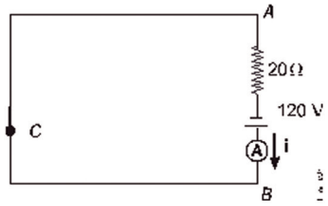
[32] Correta.

Resposta da questão 5: [C]

Quando o fio metálico é ligado como mostrado na segunda figura, as lâmpadas L_1 e L_2 entram em curto circuito, apagando. A lâmpada L_3 permanece acesa, com brilho mais intenso que antes.

Resposta da questão 6:

Para um participante com zero acerto, apenas a chave *C* é fechada, e o circuito equivalente é o mostrado a seguir.



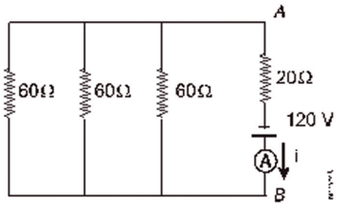
A indicação do amperímetro é a intensidade da corrente i que passa por ele.

Aplicando a lei de Ohm-Pouillet:

$$E = R\,i \Rightarrow i = \frac{E}{R} = \frac{120}{20} \Rightarrow$$

$$i = 6\ A.$$

Se um participante errar apenas P_2, as chaves *C* e 1 ficarão abertas, acendendo apenas as lâmpadas P_1, P_3 e P_4 resultando no circuito a seguir.



A resistência equivalente é: $R_{eq} = 20 + \frac{60}{3} \Rightarrow R_{eq} = 40\ \Omega$

Aplicando novamente a lei de Ohm-Pouillet:

$$E = R_{eq}\,i \Rightarrow i = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{120}{40} \Rightarrow$$

$$i = 3\ A.$$

Resposta da questão 7: [D]

As Figuras 1 e 2 ilustram as situações simplificadas com as chaves abertas e fechadas, respectivamente.

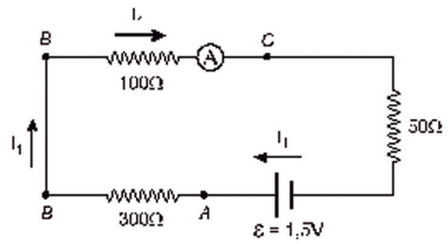


Fig. 1

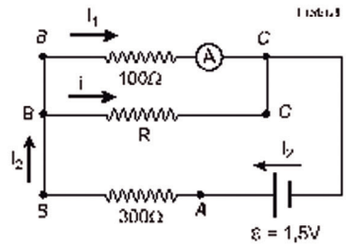


Fig. 2

Calculando a corrente $\mathbf{I_1}$ (leitura do amperímetro) no circuito da **Fig. 1**.

Lei de Ohm-Pouillet.

$$\varepsilon = R I \Rightarrow 1{,}5 = (300+100+50) I \Rightarrow I = \frac{1{,}5}{450} \Rightarrow$$

$$I = \frac{1}{300}\ A.$$

A diferença de potencial ($\mathbf{U_{BC}}$) entre os pontos *B* e *C* é:

$$U = 100 I \Rightarrow U = 100\left(\frac{1}{300}\right) \Rightarrow$$

$$U = \frac{1}{3}\ V.$$

Quando as chaves são fechadas, a resistência de 50 Ω fica em curto-circuito, podendo ser descartada, como na *Fig.2*.

Como a leitura do amperímetro não se altera, a corrente no resistor de 100 Ω continua sendo $\mathbf{I_1}$ e a tensão entre os pontos *B* e *C*, também não se altera:

$$U = \frac{1}{3}\ V.$$

O somatório das tensões entre os pontos *A* e *C* é igual à força eletromotriz da bateria, possibilitando calcular a corrente $\mathbf{I_2}$:

$$\varepsilon = U + U \Rightarrow 1{,}5 = 300 I + \frac{1}{3} \Rightarrow 1{,}5 - \frac{1}{3} = 300 I \Rightarrow \frac{4{,}5-1}{3} = 300 I \Rightarrow$$

$$I = \frac{3{,}5}{900}\ A.$$

Mas, pela lei dos nós:

$$i + I = I \Rightarrow i + \frac{1}{300} = \frac{3{,}5}{900} \Rightarrow i = \frac{3{,}5-3}{900} \Rightarrow i = \frac{0{,}5}{900}\ A.$$

Finalmente, no resistor de resistência **R**:

$$U = Ri \Rightarrow \frac{1}{3} = R\left(\frac{0{,}5}{900}\right) \Rightarrow R = \frac{900}{1{,}5} \Rightarrow$$

$$R = 600\ \Omega.$$

Resposta da questão 8: [C]

A resistência equivalente do circuito é:

R = 1+1 / / 1=1 + 0,5 = 1,5 Ω

A corrente no circuito é:

V = R.i -> 3 = 1,5.i -> i = 2,0A

A d.d.p. procurada é:

V = R.i -> V_{AB} = 1x2 = 2,0V

Resposta da questão 9: [E]

O único circuito que fecha tanto para a posição I como para a posição II é o circuito da alternativa [E].

Resposta da questão 10: [B]

Dados: $\mathbf{U_L} = 2\ V$; $\mathbf{P_L} = 8\ W$; $\varepsilon = 20\ V$ e $\mathbf{r} = 1$

Como as lâmpadas estão em série, a tensão na associação é a soma das tensões individuais:

$U_{assic} = 4(2) = 8V.$

Calculando a corrente no circuito:

$P_L = U_L\, i \Rightarrow 8 = 2 \Rightarrow i = 4A$

Calculando a resistência de cada lâmpada:

$U_L = R_L\, i \Rightarrow 2 = R_L 4 \Rightarrow R_L = 0{,}5\ \Omega$

Aplicando a lei de Ohm-Pouiillet ao circuito:

$\varepsilon = R_{eq}\, i \Rightarrow \varepsilon = (r + R_{assoc} + R)i \quad 20 = [1+4(0{,}5)+R]\ 4 \quad 5 = 3+R$

$R = 2\ \Omega$

MATERIAL DO PROFESSOR

Magnetismo

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizadas e/ou adaptadas de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupo, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 10 - Magnetismo –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física; para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da magnetostática. Um conjunto de experimentos de baixo custo é apresentado com o intuito de tornar possível a apresentação deste tema tão importante em Física

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	4	10	4

Titulo da unidade	Tema
Magnetismo	_

Objetivos da unidade
Conceituar linhas de campo magnético;
Identificar uma bússola como um instrumento para a determinação da direção de certo campo magnético;
Descrever o que significa experimentalmente a inseparabilidade dos polos magnéticos em um ímã;
Reconhecer que, além de ímãs naturais, a presença de uma corrente elétrica (cargas em movimento) também gera campos magnéticos;.
Identificar, utilizando a regra da mão direita, a direção do campo magnético gerado por um fio.

Seções	Páginas no material do aluno
1. "Navegar é preciso..."	267 a 270
2. Embolando a linha de campo!	271 a 274
3. Sempre em linha	274 a 275
4. Seguindo a corrente	275 a 277
5. Forças magnéticas sobre cargas em movimento	277 a 281
6. Hummm, induzida!	281 a 286

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

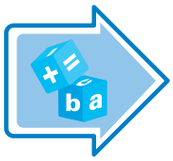
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.

Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.

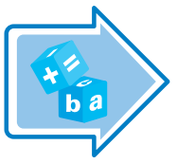
Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Exercícios

Proposições de exercícios complementares

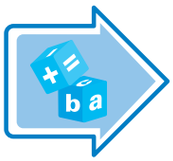
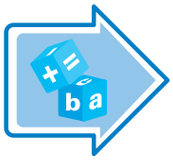
Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Um motor elétrico muito, muito simples.	Uma pilha de 1,5 V, um pedaço de fio fino de cobre (30 cm é suficiente) e um ímã potente (os cilíndricos de neodímio são uma ótima opção, mas aqueles retirados de aparelhos antigos como autofalantes ou HD de computador também servem).	Neste experimento, apresentamos um modelo de motor elétrico simples, didático, visualmente intrigante, que sintetiza os conceitos de eletromagnetismo que serão abordados nesta Unidade. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid15--Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Seção 1 – "Navegar é preciso..."

Páginas no material do aluno

267 a 270

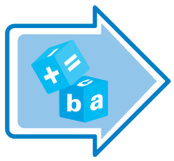
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Atração Magnética	Suporte para servir de peso, barbante, clipe e ímã.	Neste experimento, abordaremos a atração magnética de uma maneira visualmente ilustrativa e que possibilitará a interação entre os alunos.	professor interage com toda a turma	15 minutos
	Construindo uma bússola	Rolha de cortiça, alfinete, vasilha contendo água.	Nesta experiência, construiremos uma bússola utilizando para isto materiais de fácil aquisição.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Seção 2 – Embolando a linha de campo!

Seção 3 – Sempre em linha.

Páginas no material do aluno

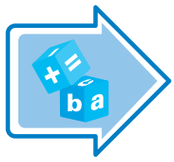
271 a 275

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O campo do ímã	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec2.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet permite estudar o campo magnético gerado por um ímã. Figuras de linhas de campo são muito úteis para visualizar o campo de um íma. Neste applet, por outro lado, a ênfase é na intensidade do campo e em sua representação vetorial. Um ímã é ilustrado e o vetor campo magnético (o campo de um dipolo) é calculado em um ponto do espaço. Ao mover esse ponto, temos acesso à direção do campo e à sua magnitude.	O professor interage com toda a turma	15 minutos
	Observando as linhas de campo com limalha de ferro	Limalha de ferro (pó de ferro), suporte de acrílico (opcional), ímãs de diferentes formatos.	Nesta experiência, observaremos as linhas de campo magnético, utilizando para isto limalha de ferro e ímãs de diferentes tamanhos.	O professor interage com toda a turma	15 minutos.

Seção 4 – Seguindo a corrente

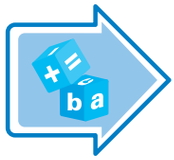
Páginas no material do aluno

275 a 277

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Experimento de Orsted	Bússola, Pedaço de arame, Pilha tipo D (opcional)	Nesta experiência, observaremos que a passagem de uma corrente (cargas em movimento) gera um campo magnético que será observado em nossa bússola caseira.	O professor interage com toda a turma	15 minutos
	Campo gerado por uma corrente atravessando um fio condutor	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec4.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre a produção de um campo magnético a partir de corrente elétrica. Com ele, é possível visualizar como o campo magnético produzido pela corrente varia no espaço em módulo, direção e sentido.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Seção 5 – Forças magnéticas sobre cargas em movimento

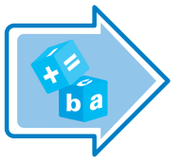
Páginas no material do aluno
277 a 281

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Movimento de uma partícula carregada em um campo magnético uniforme	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec5.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre interação de uma carga em movimento com a força magnética. Com ele, é possível modificar os vetores campo magnético e velocidade e observar quais os efeitos resultantes sobre a trajetória descrita pela carga.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos
	Empurrão magnético	Caixa pequena de papelão; Ímã; Fita adesiva; 10cm fio rígido; 30cm fio tipo cabinho; Recarregador de celular (sem uso); Lâminas de estilete; Alicate de bico.	Esta prática envolve uma gama de ajustes que devem ser executados paulatinamente, para evitar danos na fonte de tensão e não comprometer o próprio funcionamento da balança. Seu funcionamento remete à teoria de que elétrons se movimentam em um condutor. Na presença de um campo magnético, estão sujeitos à ação de uma força também de caráter magnético.	4 alunos por grupo	45 minutos

Seção 6 – Hummm, induzida!

Páginas no material do aluno

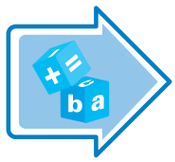
281 a 286

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Efeito paraquedas magnético	Um tubo retilíneo de cobre, alumínio ou outro metal que não seja ferromagnético e um ímã potente que caiba dentro do tubo (o cilíndrico de neodímio ou os retirados de HD do computador são ótimas opções).	Neste experimento, mostramos um efeito impressionante da conexão entre eletricidade e magnetismo: ao deixar o ímã cair dentro do tubo, este sofre a ação de uma força magnética contrária ao seu peso – o que causa um efeito paraquedas no ímã, visualmente perceptível. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid15-Sec6.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos
	Lei da indução	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec6.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre a lei de Faraday. Com ele, é possível movimentar um ímã e uma bobina e observar como a voltagem nos terminais da bobina varia.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como campo magnético, imãs e campos gerados por cargas em movimento. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Um motor elétrico muito, muito simples.	Uma pilha de 1,5 V, um pedaço de fio fino de cobre (30 cm é suficiente) e um ímã potente (os cilíndricos de neodímio são uma ótima opção, mas aqueles retirados de aparelhos antigos como autofalantes ou HD de computador também servem).	Neste experimento, apresentamos um modelo de motor elétrico simples, didático, visualmente intrigante, que sintetiza os conceitos de eletromagnetismo que serão abordados nesta Unidade. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid15--Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o experimento com uma conversa sobre motores elétricos. Lembre aos alunos que motor elétrico é um dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica (movimento). Em casa, podemos encontrar diversos exemplos de motores elétricos: liquidificadores, batedeiras, secadores de cabelo, ventiladores, furadeiras, etc. Agora pergunte aos alunos se eles já tiveram a curiosidade de saber como esses aparelhos funcionam. Dependendo do aparelho, a explicação pode ser muito complexa, mas o princípio básico de funcionamento de um motor elétrico é sempre o mesmo: um motor elétrico usa ímãs para criar movimento.
- Para mostrar como isso é possível, faça a montagem do motor conforme descrito a seguir.
- Descasque o fio de cobre completamente (utilize uma faca ou um estilete para esse serviço). Note que o fio, na verdade, é formado por um conjunto de filamentos (fios finos).
- Separe cinco desses filamentos e enrole para obter um fio de espessura intermediária: mais grosso que um único filamento, mas mais fino que o fio original (que pode ser muito pesado para este experimento).
- Agora, dobre o fio de modo a obter uma estrutura parecida com a mostrada na figura 1 abaixo. A parte superior do fio possui a forma de um gancho, e a parte inferior, uma forma arredondada.
- Apoie o ímã sobre uma mesa e coloque a pilha verticalmente sobre ele.
- Conecte a parte do fio no formato de gancho ao polo superior da pilha. A parte curva do fio deve ser moldada de forma que ela possa encostar levemente no ímã, mas, ao mesmo tempo, girar livremente em torno

dele (veja figura 2).

- Observe o movimento de rotação do fio ao redor da pilha. Inverta o ímã e observe o fio girar no sentido oposto.
- Perceba que o sucesso do experimento depende dos formatos do fio e do ímã. Se você for usar o ímã do HD, quebre-o em pedaços e junte as partes para obter um formato mais arredondado (acompanhando o formato da pilha) e com uma altura suficiente para que o fio possa contactá-lo sem encostar na mesa. Em relação ao fio, tente moldá-lo com diferentes formatos até encontrar a estrutura mais estável.

Figuras ilustrativas:

Aspectos pedagógicos

Após a apresentação do experimento, os alunos devem ficar curiosos para entender o funcionamento deste motor. Como pode um ímã provocar um movimento de rotação num fio? Aproveite este momento para dizer que essa é uma versão bastante simplificada de um motor elétrico, mas que seu funcionamento obedece às leis do eletromagnetismo que serão estudadas nesta Unidade. Forneça uma explicação básica, por exemplo: quando o fio encosta no ímã, o circuito é fechado e, nesse momento, uma corrente começa a fluir pelo fio. Conforme será visto, essa corrente sofre a ação do campo magnético do ímã na forma de uma força que provoca o movimento do fio. O contato entre o fio e o ímã é muito rápido, pois o fio é repelido pelo ímã (dá até para observar, nesse experimento, umas faíscas saindo do fio quando ele encosta e se separa rapidamente do ímã); no entanto, esse contato ocorre repetidamente, fazendo com que o fio gire continuamente.

Seção 1 – "Navegar é preciso..."

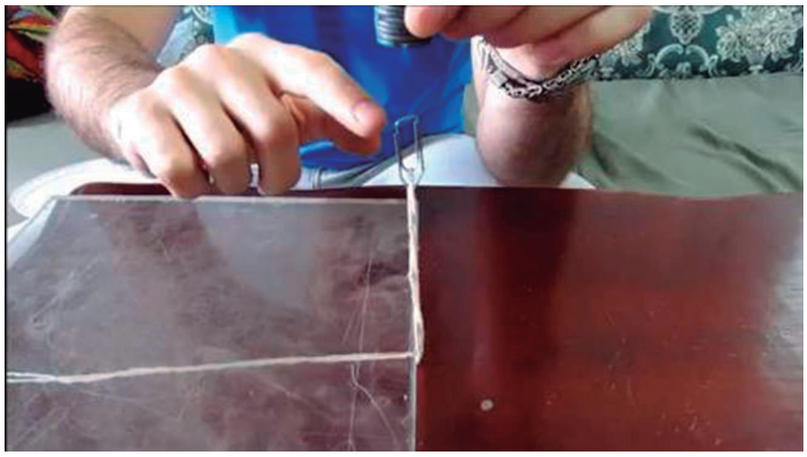
Páginas no material do aluno
267 a 270

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Atração Magnética	Suporte para servir de peso, barbante, clipe e ímã.	Neste experimento, abordaremos a atração magnética de uma maneira visualmente ilustrativa e que possibilitará a interação entre os alunos.	professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

Para realizarmos este experimento, será importante seguirmos alguns passos:

- Utilizando um barbante, prenda o clipe em uma das extremidades.
- A outra extremidade do barbante mantenha presa, fazendo uso de um suporte de peso.
- Utilizando um ímã, aproxime-o do clipe, fazendo com que o mesmo seja atraído. Aproxime-o até que o efeito de atração magnética seja suficiente para superar o efeito da gravidade atuando no clipe.
- Coloque diferentes materiais entre o ímã e o clipe, para ilustrar se há ou não interferência com o campo magnético do ímã.

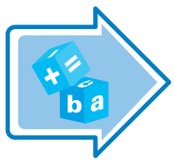


Aspectos pedagógicos

Vários aspectos podem ser explorados com esta atividade. A primeira delas é o estudo das forças que estão agindo no clipe, uma vez que o mesmo encontra-se em equilíbrio e suspenso a uma determinada altura do solo. A segunda é ilustrar que, independentemente do material a ser colocado entre o clipe e o ímã, as linhas de campo irão atravessar o material. A terceira é o alcance desta força de atração magnética, uma vez que a gravidade faz com que o clipe tenha uma tendência a cair; sendo assim, podemos ir afastando o ímã para observarmos a distância tal que, após esta, o clipe cai.

Seção 1 – "Navegar é preciso..."

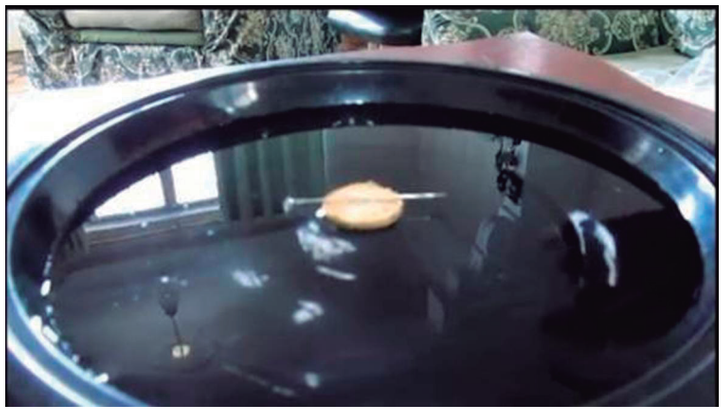
Páginas no material do aluno
267 a 270

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Construindo uma bússola	Rolha de cortiça, alfinete, vasilha contendo água.	Nesta experiência, construiremos uma bússola utilizando para isto materiais de fácil aquisição.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

Para realizar a montagem do experimento, siga os seguintes passos:

- Encha com água uma vasilha que possua uma abertura larga o suficiente para a livre movimentação do pedaço de cortiça.
- Corte um pedaço de cortiça de maneira a ficar com uma fina camada horizontal.
- Coloque um alfinete em contato com um ímã, fazendo com que as duas peças sejam atritadas. É importante que o contato do alfinete com o ímã ocorra sempre em um mesmo sentido.
- Apoie o alfinete na camada de cortiça e faça com que o conjunto flutue na água.



Aspectos pedagógicos

Uma das perguntas que podem surgir é se qualquer material leve poderia ter sido utilizado no lugar do alfinete. Neste momento, vale uma rápida descrição a respeito dos materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos. A utilização de uma bússola convencional valida a construção de nossa bússola caseira. Na falta de um pedaço de cortiça, o professor poderá utilizar um pedaço de papel higiênico, pequeno o suficiente para ser colocado embaixo do alfinete e garantir que o mesmo flutue na água.

Seção 2 – Embolando a linha de campo!

Seção 3 – Sempre em linha.

Páginas no material do aluno
271 a 275

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O campo do ímã	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec2.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet permite estudar o campo magnético gerado por um ímã. Figuras de linhas de campo são muito úteis para visualizar o campo de um íma. Neste applet, por outro lado, a ênfase é na intensidade do campo e em sua representação vetorial. Um ímã é ilustrado e o vetor campo magnético (o campo de um dipolo) é calculado em um ponto do espaço. Ao mover esse ponto, temos acesso à direção do campo e à sua magnitude.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o applet após fazer uma discussão sobre as linhas de campo. Neste estágio, os alunos devem estar convencidos de que as linhas 'saem' do polo norte do ímã e 'chegam' ao seu polo.
- Mova então o ponto C e mostre como o campo varia ao longo do espaço. Enfatize que, de fato, o comportamento apresentado está de acordo com as linhas de campo, com o campo 'saindo' do polo norte do ímã e 'chegando' ao seu polo sul.
- Aproveite para discutir o fato de que quanto mais longe do ímã, menor é a magnitude do campo. Isso é facilmente percebido através do tamanho do vetor obtido nesta região.

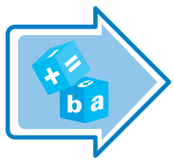
Aspectos pedagógicos

Ao final do experimento, é importante mostrar aos alunos como se chegou à conclusão de que deveríamos incluiEste applet é uma maneira alternativa de se estudar e perceber as características do campo magnético de um ímã. Fazer a conexão entre o campo observado neste applet e as linhas de campo pode não ser uma tarefa fácil no nível do ensino médio. Caso surja esse assunto, deve-se explicar que ao longo de uma linha de campo, o vetor é sempre tangente à linha, de modo que as linhas não se cruzam; em caso contrário, teríamos dois valores de campo para um mesmo ponto, o que não é possível. Para facilitar essa discussão, clique sobre a caixa de seleção 'Linhas de campo'.

Seção 2 – Embolando a linha de campo!

Seção 3 – Sempre em linha.

Páginas no material do aluno
271 a 275

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Observando as linhas de campo com limalha de ferro	Limalha de ferro (pó de ferro), suporte de acrílico (opcional), ímãs de diferentes formatos.	Nesta experiência, observaremos as linhas de campo magnético, utilizando para isto limalha de ferro e ímãs de diferentes tamanhos.	O professor interage com toda a turma	15 minutos.

Aspectos operacionais

Para realizar esta experiência, será necessário seguirmos alguns procedimentos:

- A limalha de ferro pode ser obtida em serralherias, pois é tratada como lixo nestes estabelecimentos, ou triturando uma esponja de aço.
- Despeje a limalha de ferro em um suporte acrílico. O motivo deste suporte é não apenas para apoiar a limalha, mas também para visualizar o que há embaixo dele, uma vez que o suporte é transparente.
- Na parte de baixo do suporte, passe diferentes ímãs, variando inclusive a posição dos mesmos. Com isto, observe a reação na configuração da limalha de ferro

Aspectos pedagógicos

É comum vermos que os alunos associam os conceitos de Campo Magnético e Campo Elétrico a algo muito abstrato; porém, neste experimento de simples execução, é possível visualizar as linhas de campo magnético abrindo a possibilidade de interação dos alunos ao variarem a posição dos ímãs e observarem a resposta das linhas de campo magnético.

Seção 4 – Seguindo a corrente

Páginas no material do aluno
275 a 277

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Experimento de Orsted	Bússola, Pedaço de arame, Pilha tipo D (opcional)	Nesta experiência, observaremos que a passagem de uma corrente (cargas em movimento) gera um campo magnético que será observado em nossa bússola caseira.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

Para realizar esta experiência, seguiremos os seguintes passos:

- Utilize uma bússola caseira, como a construída na atividade da Seção 1, ou uma bússola convencional.
- Corte um pedaço de arame ou um pedaço de fio sem a capa isolante, de tal maneira que seja maior que o tamanho de uma pilha do tipo D.
- Conecte uma das extremidades do arame a um dos polos da pilha e repita o mesmo para a outra extremidade.
- Tenha cuidado, pois uma vez fechado o circuito, o arame irá se aquecer rapidamente, podendo causar um acidente.

Aspectos pedagógicos

É interessante ressaltar que não haverá corrente se o circuito não for fechado e que a corrente é o movimento das cargas pelo meio, no caso, o arame. No momento em que fechamos o circuito, observamos que a orientação de nossa bússola é alterada. Mas qual seria o motivo? Este tipo de indagação pode ser utilizado pelo professor para ilustrar a presença de um campo magnético gerado pelo fio e, com isto, introduzir o tema de cargas em movimento.

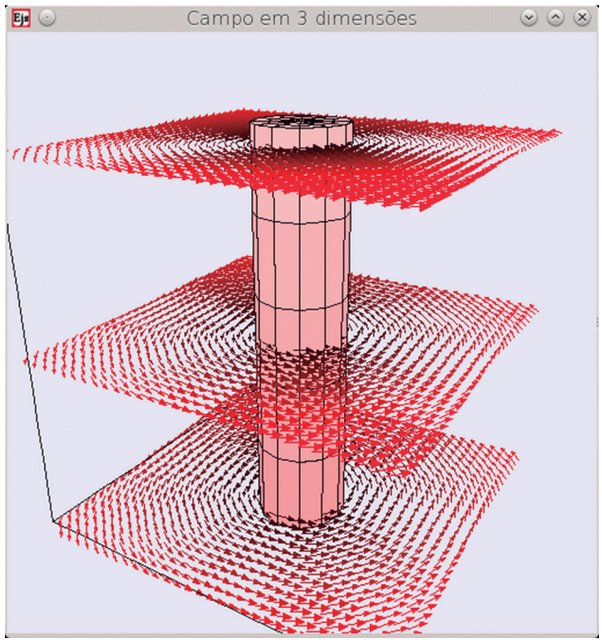
Seção 4 – Seguindo a corrente

Páginas no material do aluno
275 a 277

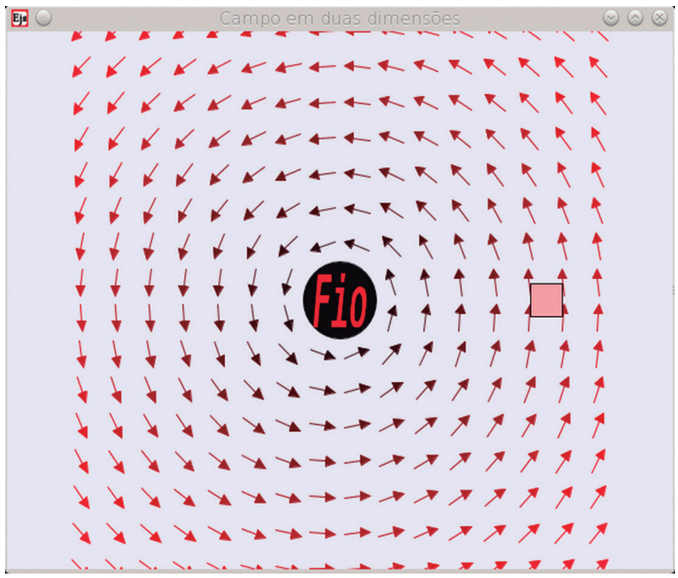
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Campo gerado por uma corrente atravessando um fio condutor	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec4.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre a produção de um campo magnético a partir de corrente elétrica. Com ele, é possível visualizar como o campo magnético produzido pela corrente varia no espaço em módulo, direção e sentido.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

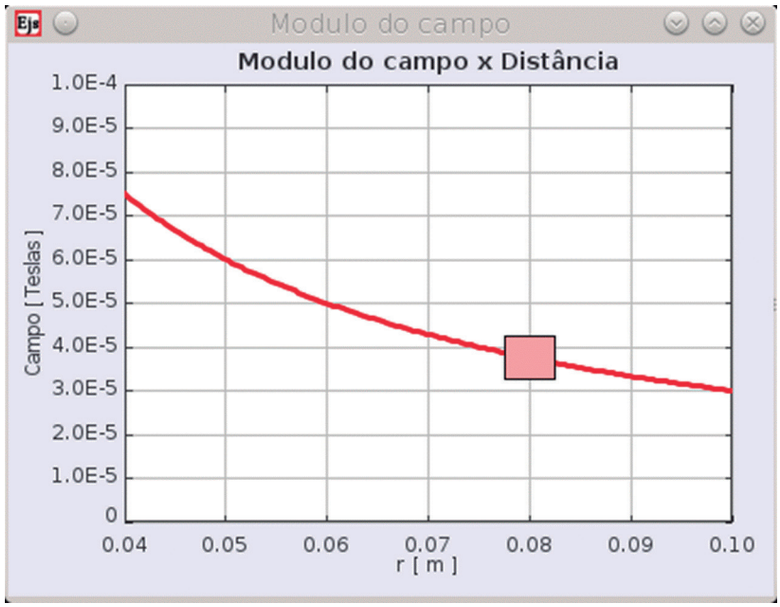
Aspectos operacionais

- Discuta o experimento de Oersted sobre a produção de campo magnético a partir da corrente que atravessa um fio condutor.
- Inicie o applet em um computador com Java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: java -jar Fisica_Mod3_Un15_Sec4.jar.



- O programa exibirá 3 janelas ao ser aberto. Maximize a janela de título "Campo em 3 dimensões" e mostre aos estudantes como o campo magnético produzido se distribui no entorno do fio. Você pode girar a imagem utilizando o mouse.
- Na janela de título "Campo em duas dimensões", arraste o quadrado para novas posições. Ao mesmo tempo, na janela "Modulo do campo", um outro quadrado se moverá, indicando qual é o valor do módulo do campo na posição atual.





Aspectos pedagógicos

Alguns estudantes podem perguntar se o campo produzido por uma corrente em um fio sempre será perpendicular a ele. Comente que não será sempre assim, e que os resultados observados no programa são válidos apenas para fios longos e finos.

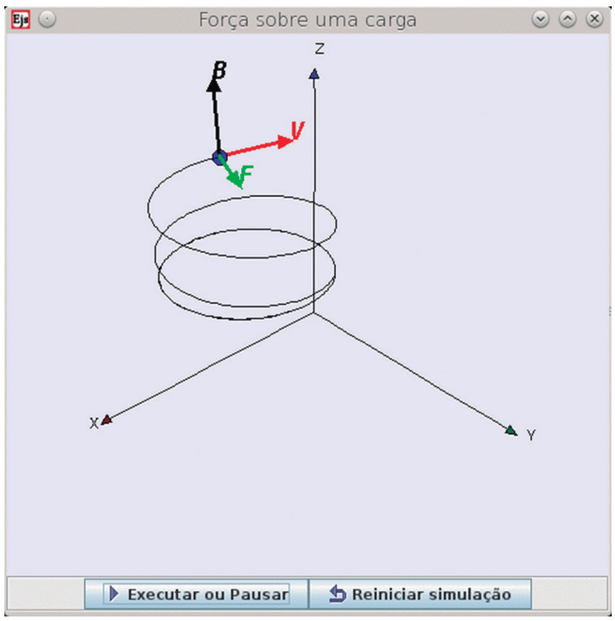
Seção 5 – Forças magnéticas sobre cargas em movimento

Páginas no material do aluno
277 a 281

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Movimento de uma partícula carregada em um campo magnético uniforme	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec5.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre interação de uma carga em movimento com a força magnética. Com ele, é possível modificar os vetores campo magnético e velocidade e observar quais os efeitos resultantes sobre a trajetória descrita pela carga.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o applet em um computador com Java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: java -jar Fisica_Mod3_Un15_Sec5.jar .
- Quando a janela abrir, a carga estará descrevendo um movimento circular. Pause a simulação e, clicando e segurando com o botão esquerdo do mouse na extremidade da seta, altere o vetor velocidade em módulo, direção e sentido. Clique no botão executar e observe como a trajetória da partícula se altera.
- O campo magnético pode ser alterado apenas em sentido e módulo; sua direção sempre estará ao longo do eixo z.
- Para produzir um movimento helicoidal similar ao da foto neste manual, altere o vetor velocidade de modo que ele tenha uma pequena componente na direção z.
- Reinicie a simulação e aperte o botão pausar. Altere o vetor velocidade apenas em módulo e observe como o raio da trajetória circular se altera.



Aspectos pedagógicos

Alguns estudantes podem perguntar por que a carga exibe um movimento circular. Você deverá comentar que a força magnética está atuando no papel de uma força centrípeta.

Seção 5 – Forças magnéticas sobre cargas em movimento

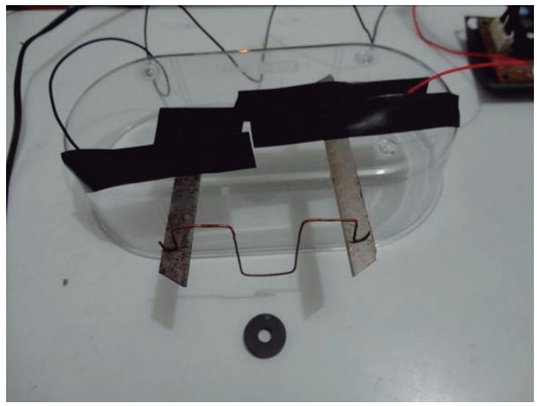
Páginas no material do aluno
277 a 281

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Empurrão magnético	Caixa pequena de papelão; Ímã; Fita adesiva; 10cm fio rígido; 30cm fio tipo cabinho; Recarregador de celular (sem uso); Lâminas de estilete; Alicate de bico.	Esta prática envolve uma gama de ajustes que devem ser executados paulatinamente, para evitar danos na fonte de tensão e não comprometer o próprio funcionamento da balança. Seu funcionamento remete à teoria de que elétrons se movimentam em um condutor. Na presença de um campo magnético, estão sujeitos à ação de uma força também de caráter magnético.	4 alunos por grupo	45 minutos

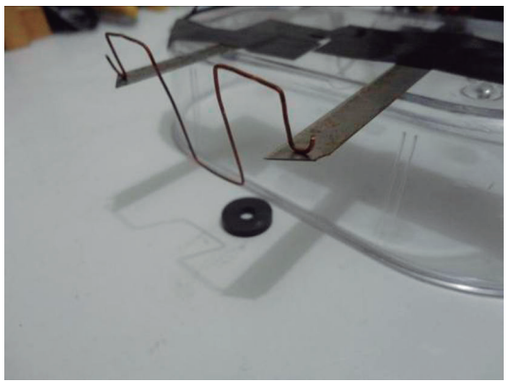
Aspectos operacionais

- Usando o fio rígido, estabeleça o seguinte pêndulo.

- Fixe as lâminas de estilete (ou outro suporte conduto) sobre a caixa de papelão.
- Conecte 15 cm de cabinho na extremidade oposta das lâminas de estilete e as conecte à fonte de tensão (recarregador de celular).



- Equilibre o pêndulo sobre as lâminas de estilete e o mantenha em equilíbrio vertical.
- Aproxime do pêndulo o imã e verifique a movimentação do mesmo. Altere o sentido da corrente ou da orientação do campo magnético do ímã.

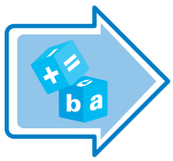


Aspectos pedagógicos

- Este experimento se caracteriza pela visualização da manifestação da força magnética; um agravante em sua montagem é o peso excessivo do pêndulo; o campo magnético pode não interagir o suficiente para mover o fio.
- Outro problema está na fonte de tensão; em alguns casos, o superaquecimento da fonte pode causar danos à mesma; por isso, o experimento deve ser executado o mais rápido possível.
- Para evitar a destruição da fonte de tensão, use um resistor de 1K em série com a mesma.

Seção 6 – Hummm, induzida!

Páginas no material do aluno
281 a 286

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Efeito paraquedas magnético	Um tubo retilíneo de cobre, alumínio ou outro metal que não seja ferromagnético e um ímã potente que caiba dentro do tubo (o cilíndrico de neodímio ou os retirados de HD do computador são ótimas opções).	Neste experimento, mostramos um efeito impressionante da conexão entre eletricidade e magnetismo: ao deixar o ímã cair dentro do tubo, este sofre a ação de uma força magnética contrária ao seu peso – o que causa um efeito paraquedas no ímã, visualmente perceptível. Vídeo ilustrando a experiência disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid15-Sec6.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Aspectos operacionais

- Para estimular a participação dos estudantes, você pode iniciar o experimento com uma conversa sobre o magnífico elo entre a eletricidade e o magnetismo, descoberto há aproximadamente 200 anos. Ressalte que o fato de podermos gerar energia elétrica a partir do magnetismo foi uma descoberta genial e profunda que mudou o mundo. As usinas hidrelétricas funcionam segundo este princípio, e a enorme quantidade de energia gerada nos possibilita, entre outras coisas, impulsionar máquinas e iluminar nossas casas. Como seria nossa vida hoje sem esse tipo de eletricidade? Quão limitada seria nossa vida se só tivéssemos as baterias como fonte de energia?
- Após essa reflexão, proponha o experimento que ilustra a conexão entre eletricidade e magnetismo.
- Mostre aos alunos que você possui um tubo de metal não ferromagnético e um ímã. Grude o ímã numa peça de ferro disponível na sala de aula e depois tente grudá-lo no tubo.
- Agora solte o ímã dentro do tubo e observe o ímã cair bem devagar (efeito paraquedas sobre o ímã). Repita o experimento com uma peça que não seja um ímã, como, por exemplo, um parafuso. Mostre que esta peça cai (em queda livre) muito mais rápido que o ímã.
- Se você tiver um tubo de plástico à sua disposição, repita o experimento usando este tubo e compare o tempo de queda do ímã nos dois tubos. Os alunos vão perceber que não há nenhum truque no experimento, e que a explicação tem a ver com o magnetismo do ímã e o caráter metálico do tubo.
- Algumas observações: os tubos mais usados neste experimento são feitos de cobre (vendido em lojas de refrigeração) e de alumínio (encontrado em antenas de TV, varal de roupa, perna de cadeira, etc.); no entan-

to, qualquer metal que não seja ferromagnético serve. Quanto menor o tubo em comprimento e espessura, mais potente deve ser o ímã, para que o efeito paraquedas seja percebido. Se você usar um tubo grande (≈ 1 m), obterá um efeito impressionante com as duas partes do ímã de HD. No caso de um tubo de 30 cm, você precisará de, pelo menos, quatro partes de ímãs de HD para ter um efeito contundente. Nas imagens a seguir, ilustramos os materiais utilizados e os pedaços de ímãs sendo inseridos no tubo de cobre.

Figuras Ilustrativas:

Aspectos pedagógicos

Este é um tipo de experimento que costuma causar muita curiosidade nos alunos. Deixe-os livres para repetir o procedimento e verificar que não há truques. Passado o momento lúdico, forneça uma explicação simples para o fenômeno, como, por exemplo: quando o ímã é solto no tubo, ele adquire velocidade, gerando ao seu redor um campo magnético variável. Este campo variável do ímã gera uma corrente elétrica nas paredes do tubo de metal (lei de Faraday). A corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor (como no experimento de Oersted), o qual produz uma força sobre o ímã, que se opõe ao seu movimento. Entendemos assim por que precisamos de um ímã e de um tubo de metal para ter o efeito paraquedas: se o tubo for feito de material isolante, não temos corrente e, sem o ímã, não temos campo magnético.

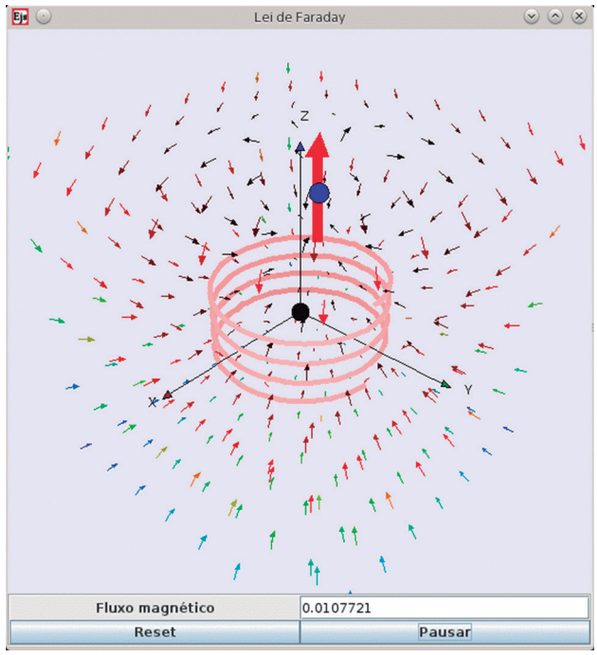
Seção 6 – Hummm, induzida!

Páginas no material do aluno
281 a 286

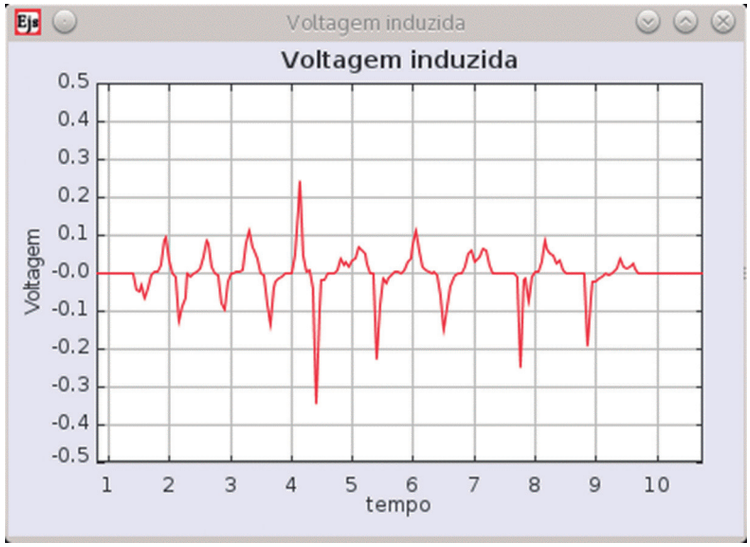
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lei da indução	Java instalado no computador e o applet (Fisica_Mod3_Un15_Sec6.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão sobre a lei de Faraday. Com ele, é possível movimentar um ímã e uma bobina e observar como a voltagem nos terminais da bobina varia.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Inicie o applet em um computador com Java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: java -jar Fisica_Mod3_Un15_Sec6.jar .
- Na janela de nome "Lei de Faraday", estarão presentes uma bobina e um ímã(seta vermelha) que podem ser transladados com o mouse. Para arrastar o ímã, clique com o mouse na bolinha azul e arraste. O mesmo pode ser feito com a bobina, arrastando a bolinha preta.



- Quando o ímã for arrastado, as linhas de campo se moverão, indicando a nova orientação do campo magnético.
- Para obter um gráfico da voltagem induzida em função do tempo similar ao exibido nesta guia, movimente rapidamente os objetos, como se estivesse sacudindo-os.



Aspectos pedagógicos

Deixe claro para os estudantes que o surgimento de uma voltagem induzida depende do movimento relativo entre os objetos. Após movimentar cada objeto, espere por alguns segundos até que a voltagem retorne ao valor zero. Neste momento, chame a atenção deles para o fato de que a voltagem induzida é nula, mesmo quando o valor do fluxo é não nulo.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como campo magnético, imãs e campos gerados por cargas em movimento. Um arquivo contendo a lista de exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento da avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 8. A seguir apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

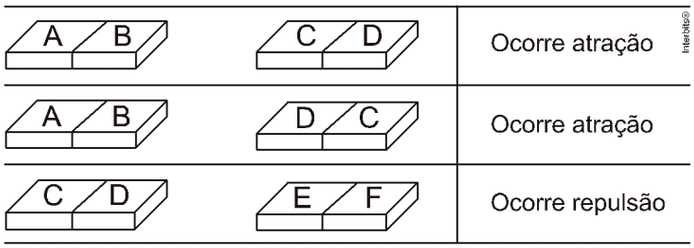
Para o momento da avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 10. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado nesse material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios: Magnetismo

1. (IFSP 2013) Um professor de Física mostra aos seus alunos 3 barras de metal AB, CD e EF que podem ou não estar magnetizadas. Com elas faz três experiências que consistem em aproximá-las e observar o efeito de atração e/ou repulsão, registrando-o na tabela a seguir.



Após o experimento e admitindo que cada letra pode corresponder a um único polo magnético, seus alunos concluíram que:

a. somente a barra CD é ímã.
b. somente as barras CD e EF são ímãs.
c. somente as barras AB e EF são ímãs.
d. somente as barras AB e CD são ímãs.
e. AB, CD e EF são ímãs

2. (CFTMG 2010) A bússola é um dispositivo composto por uma agulha imantada que pode girar livremente em torno de um eixo perpendicular a ela. Sobre seu funcionamento, afirma-se:

I. O polo sul magnético aponta para o norte geográfico terrestre.

II. O polo norte magnético aponta para o sul de um ímã colocado próximo à bússola.

III. A agulha sofre uma deflexão quando está próxima e paralela a um fio que conduz corrente elétrica.

IV. A agulha, na ausência de campos magnéticos externos, orienta-se na direção leste-oeste terrestre.

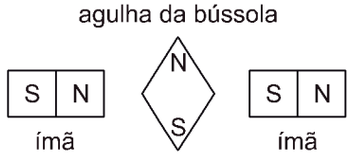
São corretas apenas as afirmativas

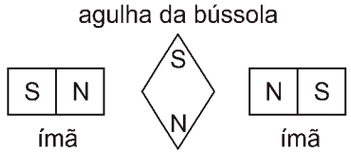
a. I e II.
b. II e III.
c. II e IV.
d. III e IV.

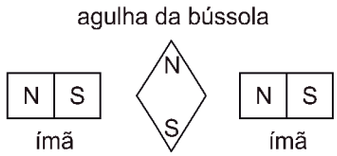
3. (CFTMG 2011) Em relação às propriedades e aos comportamentos magnéticos dos ímãs, das bússolas e do nosso planeta, é correto afirmar que:

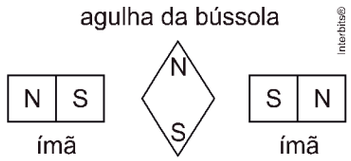
a. a agulha de uma bússola inverte seu sentido ao cruzar a linha do Equador.
b. um pedaço de ferro é atraído pelo polo norte de um ímã e repelido pelo polo sul
c. as propriedades magnéticas de um ímã perdem-se quando ele é cortado ao meio.
d. o polo norte geográfico da Terra corresponde, aproximadamente, ao seu polo sul magnético.

4. (UERN 2012) A agulha de uma bússola, ao ser colocada entre dois imãs, sofre um giro no sentido anti-horário. A figura que ilustra corretamente a posição inicial da agulha em relação aos imãs é

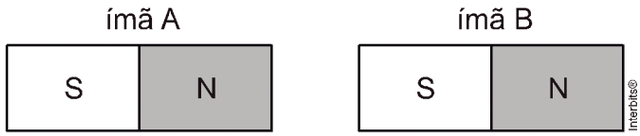
a.


b.


c.


d.


5. (G1 - IFSP 2012) Os ímãs têm larga aplicação em nosso cotidiano, tanto com finalidades práticas como em alto-falantes e microfones, ou como meramente decorativas. A figura mostra dois ímãs, A e B, em forma de barra, com seus respectivos polos magnéticos.



Analise as seguintes afirmações sobre ímãs e suas propriedades magnéticas.

I. Se quebrarmos os dois ímãs ao meio, obteremos quatro pedaços de material sem propriedades magnéticas, pois teremos separados os polos norte e sul um do outro.

II. A e B podem tanto atrair-se como repelir-se, dependendo da posição em que os colocamos, um em relação ao outro.

III. Se aproximarmos a um dos dois ímãs uma pequena esfera de ferro, ela será atraída por um dos polos desse ímã, mas será repelida pelo outro.

É correto o que se afirma em

a. I, apenas.
b. II, apenas.
c. I e II, apenas.
d. I e III, apenas.
e. II e III, apenas.

6. (UEPG 2010) O eletromagnetismo estuda tanto as interações elétricas como as magnéticas. Sobre o eletromagnetismo, assinale o que for correto.

(1) Se um imã for partido em duas partes, o polo sul se conserva enquanto o polo norte desaparece.

(2) A Terra pode ser considerada como um grande imã cujos polos norte e sul magnéticos se localizam aproximadamente nos polos sul e norte geográficos, respectivamente.

(4) A atração que ocorre quando aproximamos certos minérios de um pedaço de ferro é uma manifestação de natureza elétrica.

(8) Um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica produz deflexões em uma agulha imantada

7. (UEMG 2010) Um astronauta, ao levar uma bússola para a Lua, verifica que a agulha magnética da bússola não se orienta numa direção preferencial, como ocorre na Terra. Considere as seguintes afirmações, a partir dessa observação:

   1) A agulha magnética da bússola não cria campo magnético quando está na Lua.

   2) A Lua não apresenta um campo magnético

   Sobre tais afirmações, marque a alternativa CORRETA:

   a. Apenas a afirmação 1 é correta.
   b. Apenas a afirmação 2 é correta.
   c. As duas afirmações são corretas.
   d. As duas afirmações são falsas.

8. (UEM 2011) Com relação ao campo magnético terrestre e à orientação geográfica, analise as alternativas abaixo e assinale o que for correto.

   (1) O polo Sul magnético terrestre situa-se na região do polo Norte geográfico terrestre.

   (2) As linhas de campo magnético do campo magnético terrestre emergem do polo, na região do polo Sul geográfico.

   (4) O magma, presente na litosfera terrestre, e a revolução da Terra em torno do Sol são as fontes do campo magnético terrestre.

   (8) Os fenômenos atmosféricos das auroras Boreal e Austral são observados em função da existência do campo magnético terrestre.

   (16) Na Groenlândia, situada entre as latitudes 60º e 80º norte, o fluxo magnético associado ao campo magnético terrestre é menor do que o fluxo magnético existente no Brasil, que está situado entre as latitudes 20º e 50º sul.

Gabarito Comentado

Resposta da questão 1: [B]

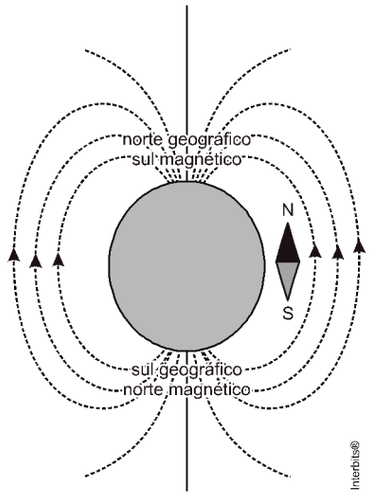
Se as barras CD e EF se repelem, ambas estão magnetizadas. Se a barra AB é atraída por qualquer das extremidades de CD, ela não está magnetizada.

Conclusão: somente as barras CD e EF são ímãs.

Resposta da questão 2: [B]

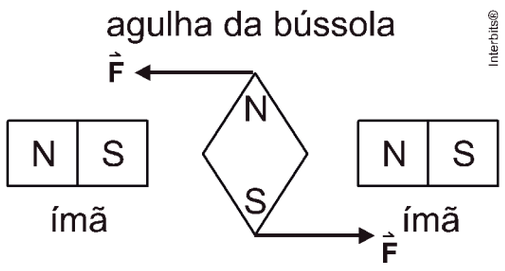
Resposta da questão 3: [D]

A figura esclarece:



Resposta da questão 4: [C]

Somente na situação mostrada, a agulha sofre ação de um binário, provocando rotação no sentido anti-horário.



10

Resposta da questão 5: [B]

I. Incorreta. Os polos de um ímã são inseparáveis.

II. Correta.

III. Incorreta. A esfera de ferro será atraída por qualquer um dos polos.

Resposta da questão 6: 02 + 08 = 10

(01) Errada. Os polos de um ímã são inseparáveis, havendo sempre norte e sul.

(02) Correta. Analisando o comportamento de dois ímãs próximos, William Gilbert notou que polos de mesmo nome nunca apontam no mesmo sentido, concluindo que a Terra se comporta como um grande ímã.

(04) Errada. A interação entre certos minérios e pedaços de ferro é de natureza magnética.

(08) Correta. Em 1820, Oersted realizou sua importante experiência, mostrando que uma corrente elétrica é capaz de produzir deflexões em uma agulha magnética.

Resposta da questão 7: [B]

1. Falsa. O campo magnético da agulha existe; porém, para que essa agulha sofra alguma deflexão, ela tem que sofrer influência de outro campo magnético.
2. Verdadeira. Se a agulha da bússola não sofre deflexão, é porque ela não está em presença de algum campo magnético, sendo, portanto, nulo o campo magnético na Lua

Resposta da questão 8: 01 + 02 + 08 = 11

(01) Correto. Uma bússola colocada próxima a um ímã tem o seu polo norte atraído pelo polo sul do ímã. Portanto, o polo Norte de uma bússola imersa no campo magnético deve ser atraído pelo polo Sul do grande ímã, que é o planeta, que está localizado no Norte geográfico.

(02) Correto. As linhas de campo magnético de um ímã emergem do polo Norte magnético, que é o polo Sul geográfico.

(04) Errado. A revolução da Terra em torno do Sol não tem nada a ver com isto.

(08) Certo. Os campos magnéticos desviam partículas emitidas pelo Sol, que colidem com a atmosfera terrestre

(16) Errado. Quanto mais próximo dos polos, mais intenso é o campo magnético.