

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 elétricos utilizados em uma instalação elétrica	
Utilizar a lei de Ohm para os cálculos de correntes, tensões e resistências; identificar 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.

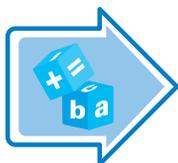
Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

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:



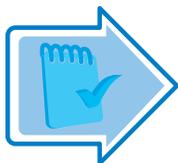
Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



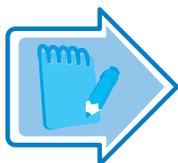
Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.



Avaliação

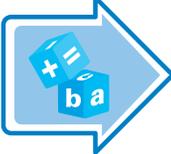
Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.



Exercícios

Proposições de exercícios complementares

Atividade Inicial

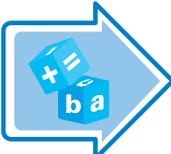
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Pisca-pisca de Natal: um circuito misto muito simples	Um jogo de lâmpadas pisca-pisca de Natal simples (aqueles mais antigos, com apenas uma função)	Neste experimento, utilizamos o tradicional (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

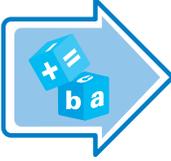
Seção 1 – Você já correu numa pista de corrida?

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); Alicates 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



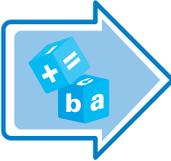
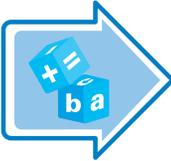
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Montando um circuito simples II	1 Fio do tipo cabinho; 2 Lâmpadas de lanterna; 2 Interruptores Liga e Desliga duplo (Conhecido como H H); 1 Alicate de corte; 1 Chave de fenda pequena; 1 Fita 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?

Páginas no material do aluno

**238 a 243 e
251 a 254**

Seção 5 – O comportamento da tensão elétrica num circuito.

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, evidenciamos 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

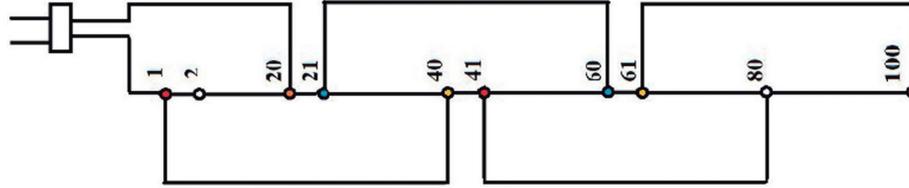


Figura 1
Fonte: Andreia Saguia

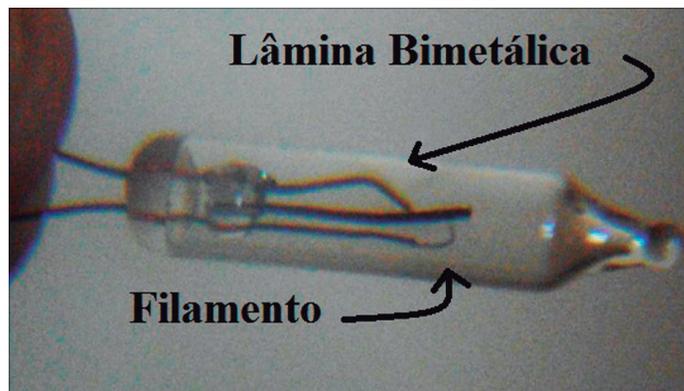


Figura 2
Fonte: Andreia Saguia

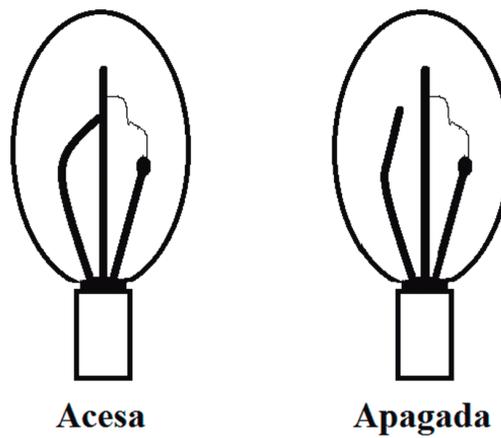


Figura 3
Fonte: Andreia Saguia

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.

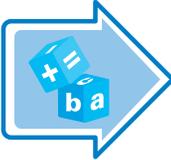
Eles também podem apresentar alguma curiosidade referente à conexão extra que substitui o filamento em caso de queima. Uma explicação simples seria: a conexão extra da lâmpada é feita por um fio metálico ligado paralelamente ao filamento da lâmpada (ele pode ser visto com a ajuda de uma lupa). Esse fio 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

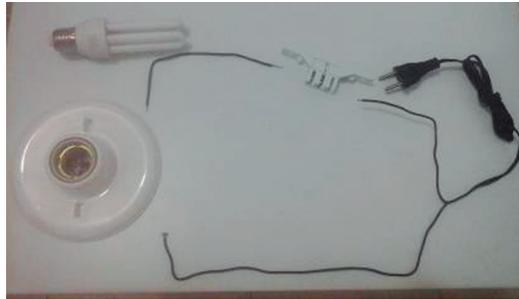
Páginas no material do aluno

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); Alicates 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

Aspectos operacionais

- 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.

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.

Seção 1 – Você já correu numa pista de corrida?

Seção 2 – Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra

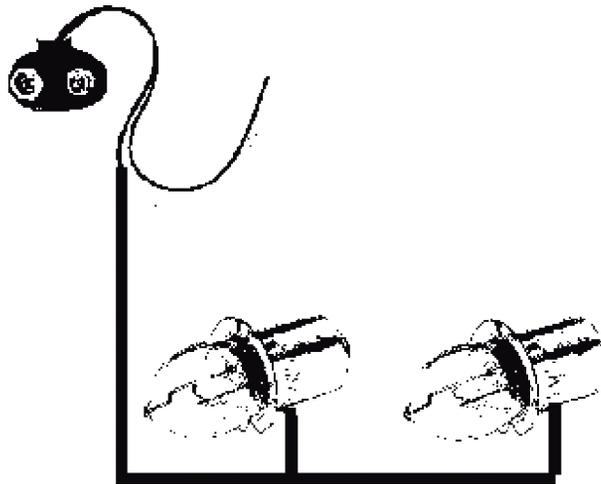
Páginas no material do aluno

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 Alicata 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

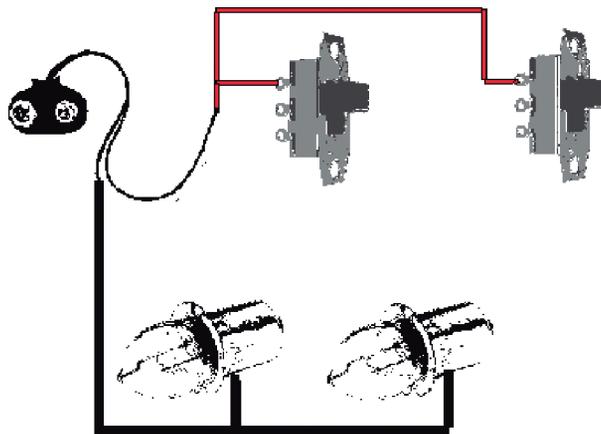
Aspectos operacionais

- 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.



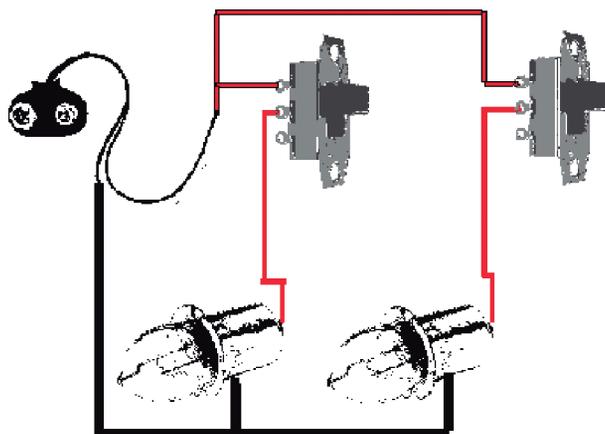
Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

- 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).

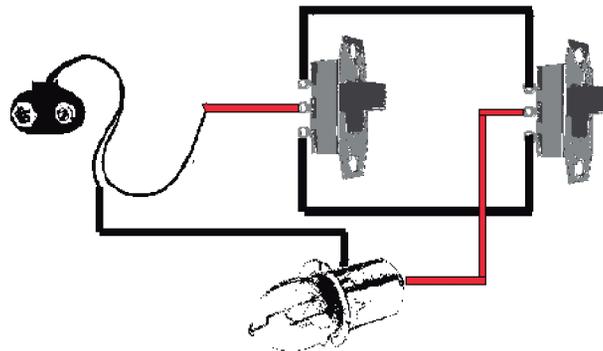


Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

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.



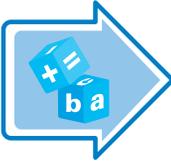
Fonte: Fábio Ferreira Luiz.

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, evidenciamos 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

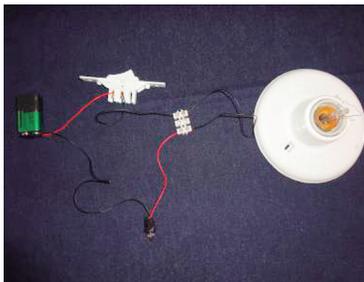
- Com muito cuidado, quebre o receptáculo ao redor do filamento na lâmpada de 127V, retire as bordas de vidro que sobrem ao redor da rosca da lâmpada.



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.

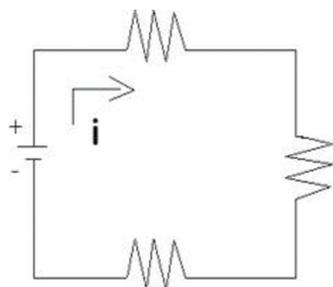


Figura 1a
Fonte: Andreia Saguia

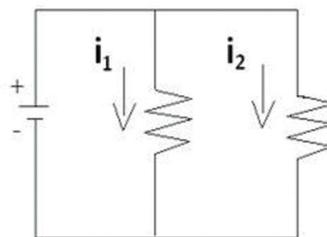


Figura 1b
Fonte: Andreia Saguia

- 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.

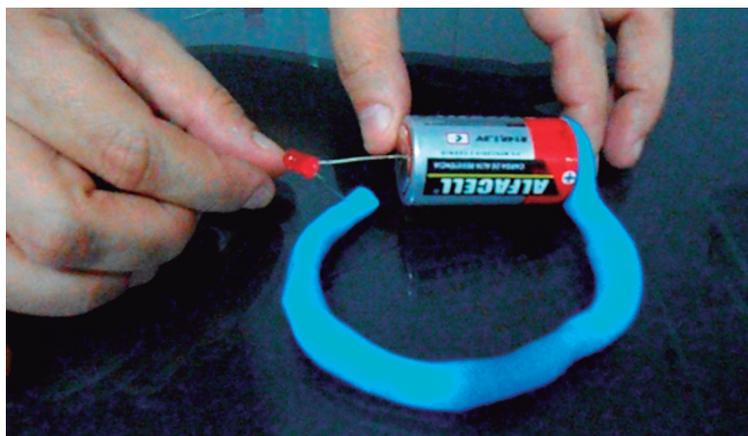


Figura 2
Fonte: Andreia Saguia

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 acender 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).

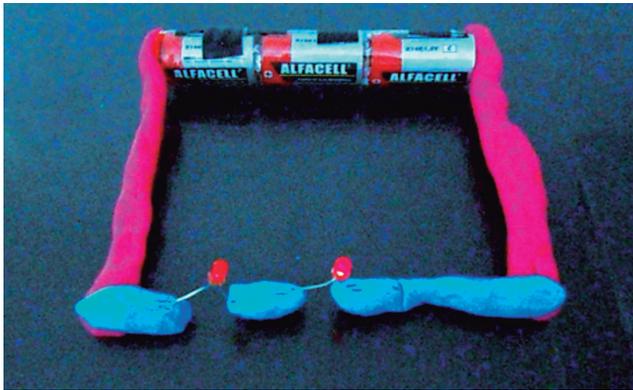


Figura 3
Fonte: Andreia Saguia.

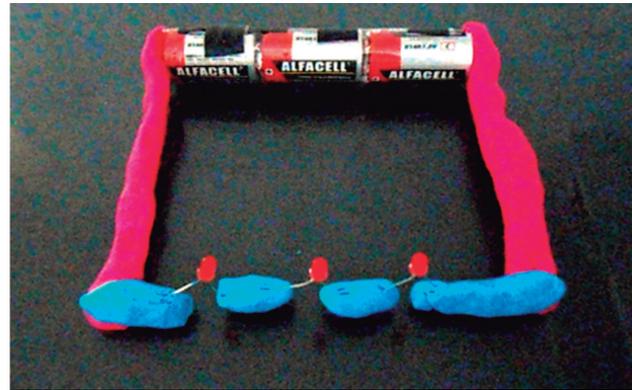


Figura 4
Fonte: Andreia Saguia

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.

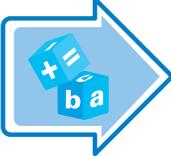
Aspectos pedagógicos

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

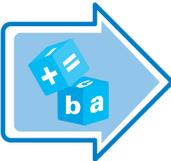
A associação de resistores costuma assustar diversos alunos, principalmente quando os dois tipos de associação estão misturados num mesmo circuito. Resolva o problema de maneira bastante sistemática, indicando as simplificações que surgem a cada nova associação (de preferência, desenhando os esquemas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

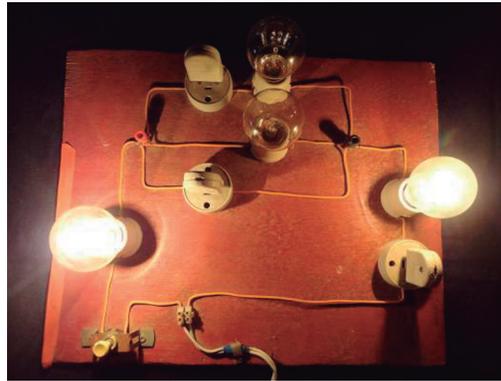
Páginas no material do aluno

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

Aspectos operacionais

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



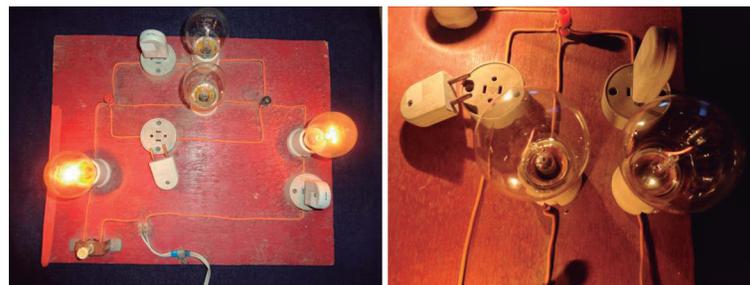
Fonte: Fábio Ferreira Luiz

- 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.

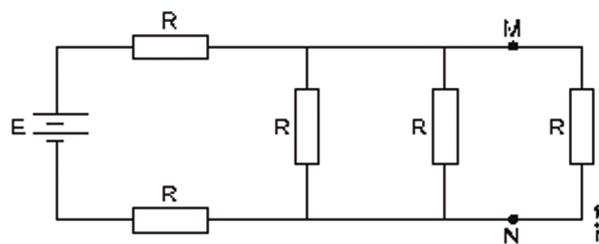
- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado neste material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

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:

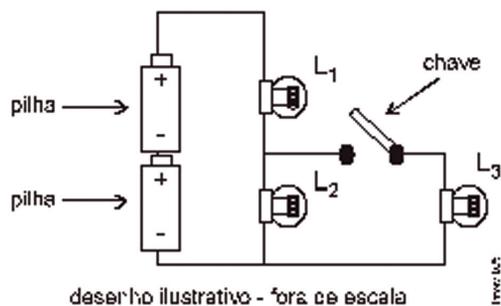


Inicialmente, a bateria fornece ao circuito uma potência P_i . Ao estabelecer um curto-circuito entre os pontos M e N, a potência fornecida é igual a P_f .

A razão $\frac{P_f}{P_i}$ é dada por:

- a. $\frac{7}{9}$
- b. $\frac{14}{15}$
- c. 1
- d. $\frac{7}{6}$

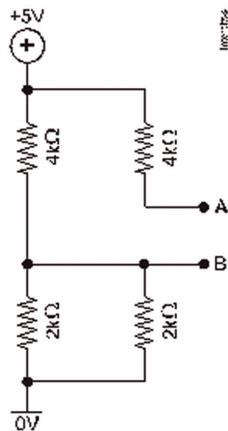
2. (ESPEX (AMAN) 2014) O circuito elétrico de um certo dispositivo é formado por duas pilhas ideais idênticas, de tensão "V" cada uma, três lâmpadas incandescentes ôhmicas e idênticas L_1 , L_2 e L_3 , uma chave e fios condutores de resistências desprezíveis. Inicialmente, a chave está aberta, conforme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



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

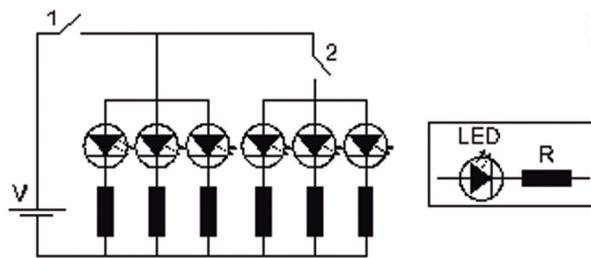
- a. a corrente de duas lâmpadas aumenta.
- b. a corrente de L_1 diminui e a de L_3 aumenta.
- c. a corrente de L_3 diminui e a de L_2 permanece a mesma.
- d. a corrente de L_1 diminui e a corrente de L_2 aumenta.
- e. a corrente de L_1 permanece a mesma e a de L_2 diminui.

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.



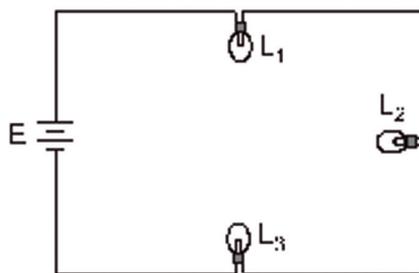
Com base no exposto, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- (1) O resistor associado em série ao LED possui uma resistência de $225,0 \Omega$
- (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.

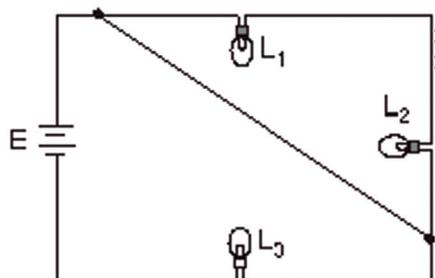
(16) Ao acionar a chave 1, a resistência do circuito é de $75,0 \Omega$ ao acionar a chave 2, a resistência do circuito passa a ser de $150,0 \Omega$

(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:



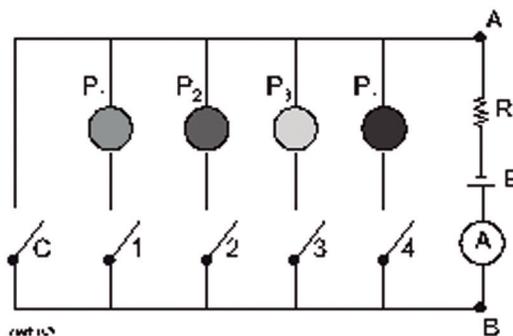
Em seguida, os extremos não comuns de L_1 e L_2 foram conectados por um fio metálico, conforme ilustrado abaixo:



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

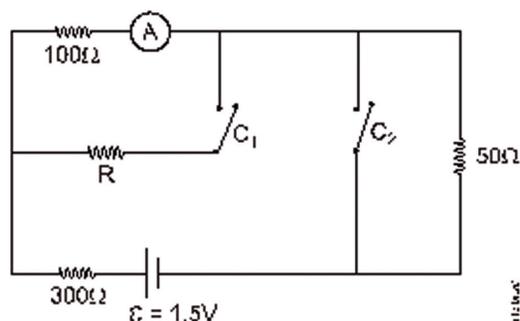
- As três lâmpadas se apagam.
- As três lâmpadas permanecem acesas.
- L_1 e L_2 se apagam e L_3 permanece acesa.
- L_3 se apaga e L_1 e L_2 permanecem acesas.

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 $R=20\Omega$, um gerador ideal de f.e.m. $E = 120\text{ V}$ 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 .

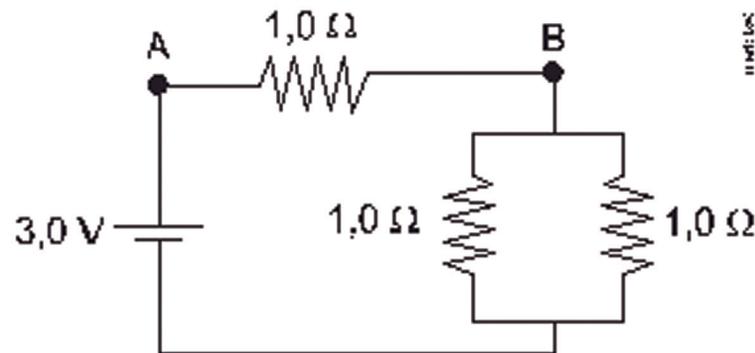
7. (EPCAR (AFA) 2013) No circuito elétrico esquematizado abaixo, a leitura no amperímetro A não se altera quando as chaves C_1 e C_2 são simultaneamente fechadas



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

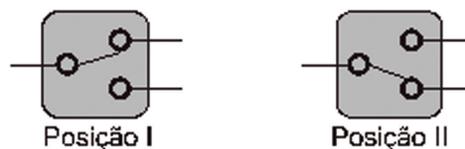
- a. 50Ω
- b. 100Ω
- c. 150Ω
- d. 600Ω

8. (PUCRJ 2013)

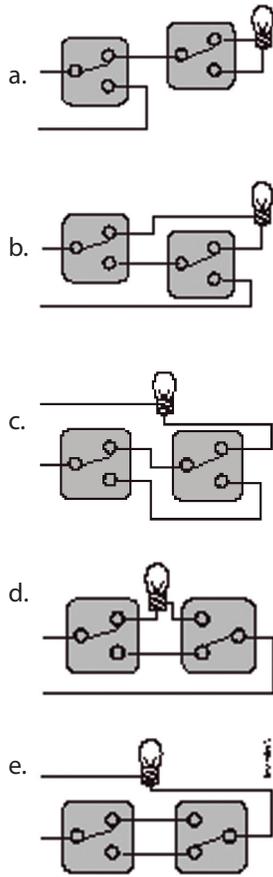


No circuito mostrado na figura, a diferença de potencial entre os pontos B e A vale, em Volts:

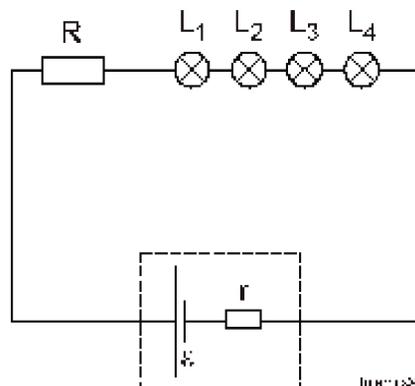
- a. 3,0
 - b. 1,0
 - c. 2,0
 - d. 4,5
 - e. 0,75
9. (ENEM 2012) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida 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:



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 ($\epsilon = 20,0\text{V}$ e $r = 1,0\ \Omega$). Para não queimar as lâmpadas, ele usa um resistor R, como está indicado na figura abaixo:



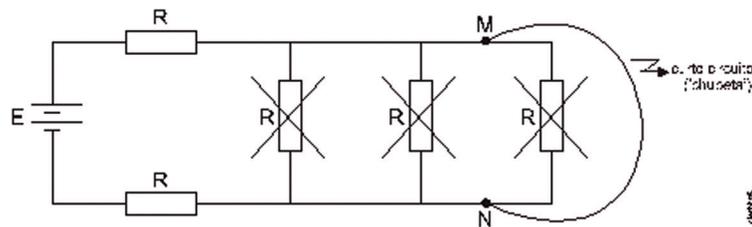
Com base na situação exposta, é CORRETO afirmar que:

- a. as lâmpadas vão queimar, independentemente do valor de R.
- b. a resistência R vale $2,0 \Omega$
- c. o objetivo do resistor R neste circuito é transformar energia elétrica em energia luminosa.
- d. a resistência R vale $4,0 \Omega$
- 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:

$$\begin{cases} R_i = \frac{R}{3} + 2R = \frac{7}{3} R. \\ R_f = 2R. \end{cases}$$

Calculando as potências dissipadas:

$$P_d = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R = \frac{E^2}{7R/3} = \frac{3 E^2}{7 R} \\ R_f = \frac{E^2}{2 R} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_f}{P_i} = \frac{E^2}{2 R} \times \frac{7 R}{3 E^2} \Rightarrow \frac{P_f}{P_i} = \frac{7}{6}$$

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

CHAVE FECHADA:

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

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

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

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.

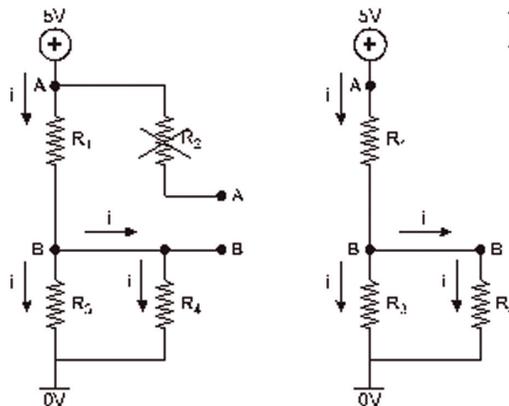


Figura 1

Figura 2

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

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

$$U = R_{eq} I \Rightarrow I = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{5}{5} = 1 \text{ A.}$$

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

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 $U = 4,5 \text{ V}$. A corrente é $i = 20 \text{ mA} = 2 \times 10^{-2} \text{ A}$. Aplicando a 1ª lei de Ohm:

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

[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 :

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

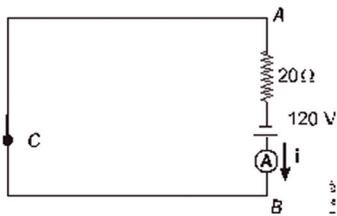
[32] Correta.

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.



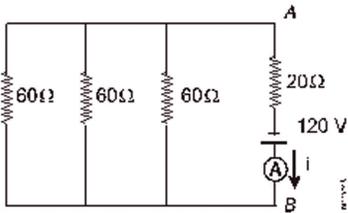
A indicação do amperímetro é a intensidade da corrente i que passa por ele.

Aplicando a lei de Ohm-Pouillet:

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

$$i = 6 \text{ A}$$

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.



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

Aplicando novamente a lei de Ohm-Pouillet:

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

$$i = 3 \text{ A}$$

Resposta da questão 7: [D]

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

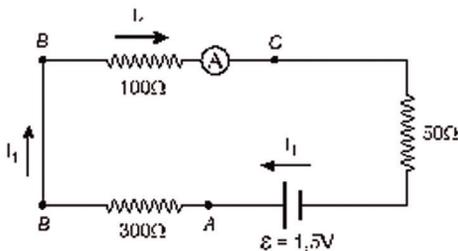


Fig. 1

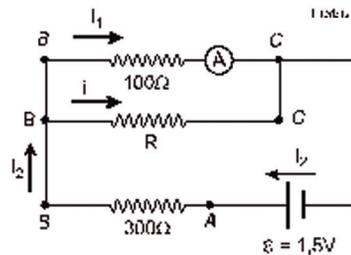


Fig. 2

Calculando a corrente I_1 (leitura do amperímetro) no circuito da **Fig. 1**.

Lei de Ohm-Pouillet.

$$\epsilon = RI \Rightarrow 15 = (300 + 100 + 50)I \Rightarrow I = \frac{15}{450} \Rightarrow$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\epsilon = U_1 + U_2 \Rightarrow 15 = 300I_1 + \frac{1}{3} \Rightarrow 15 - \frac{1}{3} = 300I_1 \Rightarrow \frac{45-1}{3} = 300I_1 \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{3,5}{900} \text{ A}$$

Mas, pela lei dos nós:

$$i + I_1 = I_2 \Rightarrow i + \frac{1}{300} = \frac{3,5}{900} \Rightarrow i = \frac{3,5-3}{900} \Rightarrow i = \frac{0,5}{900} \text{ A}$$

Finalmente, no resistor de resistência R:

$$U = Ri \Rightarrow \frac{1}{3} = R\left(\frac{0,5}{900}\right) \Rightarrow R = \frac{900}{15} \Rightarrow$$

$$R = 600 \Omega.$$

Resposta da questão 8: [C]

A resistência equivalente do circuito é:

$$R = 1 + 1 // 1 = 1 + 0,5 = 1,5 \Omega$$

A corrente no circuito é:

$$V = R \cdot i \rightarrow 3 = 1,5 \cdot i \rightarrow i = 2,0 \text{ A}$$

A d.d.p. procurada é:

$$V = R \cdot i \rightarrow V_{AB} = 1 \times 2 = 2,0 \text{ V}$$

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

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

$$U_{\text{assoc}} = 4(2) = 8 \text{ V.}$$

Calculando a corrente no circuito:

$$P_L = U_L i \Rightarrow 8 = 2 \Rightarrow i = 4 \text{ A}$$

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-Pouillet ao circuito:

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

$$R = 2 \Omega$$

