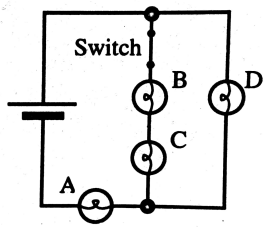
Física por Atividades II - Atividade 7

1 Um modelo para circuitos (2): Diferença de potencial

1.1 Pré-teste

1. Todas as lâmpadas mostradas no circuito abaixo são idênticas. Suponha que a bateria seja ideal. O interruptor está inicialmente **fechado**.

a. Coloque as quatro lâmpadas em ordem decrescente de brilho. Se houver lâmpadas com brilho idêntico, indique isto em sua resposta. Exponha o raciocínio que você usou para encontrar a resposta.

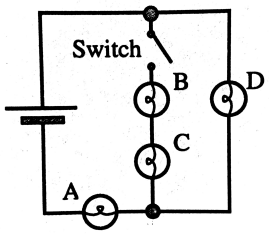


b. Compare a diferença de potencial (tensão) entre os terminais da lâmpada A com aquela entre os terminais da lâmpada D. Exponha seu raciocínio.

c. Compare a diferença de potencial (tensão) entre os terminais da lâmpada B com aquela entre os terminais da lâmpada C. Exponha seu raciocínio.

2. O interruptor é agora **aberto**.

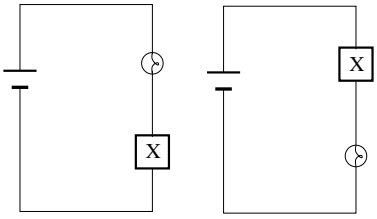
a. O brilho da lâmpada D *aumenta, diminui*, ou *permanece o mesmo*? Exponha seu raciocínio.



b. O brilho da lâmpada A *aumenta, diminui*, ou *permanece o mesmo*? Exponha seu raciocínio.

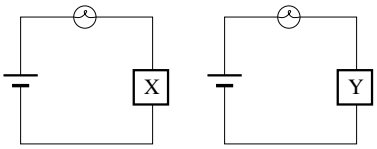
1.2 Circuitos fechados

A. Os circuitos à direita contém baterias e lâmpadas idênticas e um elemento desconhecido chamado de X.



Como se comparam os brilhos das lâmpadas?

B. Os circuitos à direita contém baterias e lâmpadas idênticas. As caixas chamadas de X e Y representam elementos de circuitos desconhecidos. (Suponha que não haja baterias nestas caixas.)



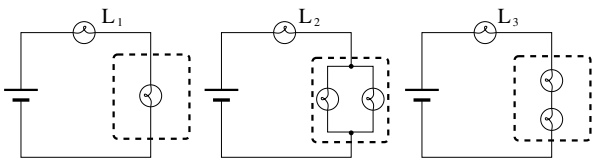
Observa-se que a lâmpada da esquerda tem brilho maior que a lâmpada da direita.

1. Baseando-se nesta observação, compare a resistência do elemento X com a do elemento Y. Explique seu raciocínio.

2. Compare, em cada circuito, a corrente que atravessa a lâmpada com a que atravessa o elemento desconhecido.

3. Compare, em cada circuito, a corrente através da lâmpada com a que passa pela bateria.

C. Preveja o brilho relativo das lâmpadas L_1, L_2 e L_3 nos circuitos mostrados. (Um contorno hachurado foi desenhado em torno dos elementos que foram ligados em série com cada uma das lâmpadas mencionadas.)



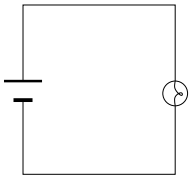
Que consequência tem a previsão que você fez sobre os módulos relativos das correntes que passam pelas *pilhas*? Explique seu raciocínio.

Peça a seu instrutor para lhe mostrar estes circuitos e observe o que de fato acontece. Resolva os eventuais conflitos entre suas previsões e a realidade.

1.3 Diferença de potencial elétrico

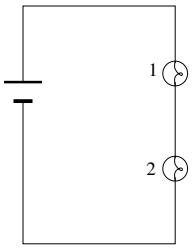
Para todos os circuitos apresentados na sequência desta atividade use o compartimento que possui duas baterias ligadas em série. Esta combinação de duas baterias será tratada como um único elemento de circuito.

A. Monte um circuito com uma única lâmpada e as duas baterias como mostra a figura. Ligue cada terminal de um voltímetro a um terminal da bateria de modo a medir a diferença de potencial entre os terminais da bateria. Faça uma medida similar para a diferença de potencial entre os terminais da lâmpada.



Como se compara a diferença de potencial entre os terminais da bateria com a diferença de potencial entre os terminais da lâmpada?

B. Monte o circuito contendo duas lâmpadas em série como mostrado na figura.



Ordene, da maior para a menor, as correntes através da lâmpada 1, através da lâmpada 2, e através da lâmpada do circuito da seção A. Explique seu raciocínio.

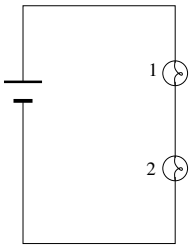
Meça a diferença de potencial através de cada elemento do circuito.

1. Compare a diferença de potencial entre os terminais da bateria neste circuito com a diferença de potencial entre os terminais da bateria do circuito da parte A.

2. Ordene as diferenças de potencial entre os terminais da lâmpada 1, da lâmpada 2, e da lâmpada no circuito da parte A.

3. Ordene as três lâmpadas de acordo com seu brilho e compare com o ordenamento das diferenças de potencial feito no item anterior.

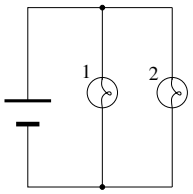
C. Preveja qual será a leitura do voltímetro se ele fosse usado para medir a diferença de potencial através da combinação das duas lâmpadas 1 e 2. Explique seu raciocínio.



Teste sua previsão.

Compare a diferença de potencial através da combinação das duas lâmpadas com a diferença de potencial entre os terminais da bateria.

D. Monte o circuito com as duas lâmpadas em paralelo como mostrado na figura.



Ordene as correntes através das lâmpadas 1 e 2 e através da lâmpada no circuito da parte A. Explique seu raciocínio.

Compare a corrente através da lâmpada 1 com a corrente que atravessa a bateria. Explique seu raciocínio.

Meça a diferença de potencial entre os terminais de cada um dos elementos do circuito.

1. Compare a diferença de potencial entre os terminais da bateria neste circuito com a diferença de potencial entre os terminais da bateria no circuito com uma única lâmpada da parte A.

2. Ordene as diferenças de potencial através da lâmpada 1, da lâmpada 2 e através da lâmpada do circuito da parte A.

3. Compare o ordenamento feito para as diferenças de potencial com o ordenamento dos brilhos das lâmpadas.

E. Responda as perguntas a seguir baseando-se nas medidas feitas até agora.

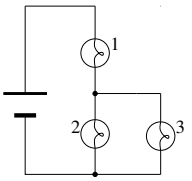
1. O valor da *corrente que atravessa a bateria* depende do circuito ao qual ela está ligada? Explique.

2. O valor da *diferença de potencial entre os terminais da bateria* depende do circuito ao qual ela está ligada? Explique.

1.4 Estendendo o modelo

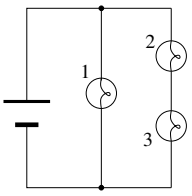
Nosso modelo para circuitos elétricos inclui a ideia de que, para lâmpadas iguais, o brilho da lâmpada é um indicador da quantidade de corrente que flui através da lâmpada. Baseado nas observações feitas ao longo desta atividade, podemos estender este modelo para incluir a ideia de que, para circuitos contendo lâmpadas iguais, o brilho da lâmpada também indica o valor da diferença de potencial entre os terminais da lâmpada.

A. Construa um circuito com três lâmpadas idênticas como mostrado e observe seus brilhos.



Preveja qual será o ordenamento das diferenças de potencial através da bateria e através de cada uma das três lâmpadas. Explique sua previsão. Meça as diferenças de potencial através de cada um dos elementos do circuito e confronte-as com suas previsões. Se suas medidas não forem consistentes com as previsões feitas, resolva as inconsistências.

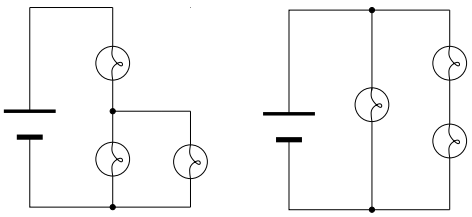
B. Preveja qual será o ordenamento correto para as correntes que atravessam a bateria e cada uma das lâmpadas do circuito mostrado ao lado.



Preveja qual serão as diferenças de potencial através de cada um dos elementos do circuito. Explique seu raciocínio.

Monte o circuito e verifique suas previsões. Se suas observações e suas medidas não forem consistentes com suas previsões, resolva as inconsistências.

C. Os dois circuitos ao lado têm mais de um caminho possível para o percurso da corrente elétrica. Represente todas as malhas de corrente possíveis de cada um dos circuitos. (Uma "malha de corrente"é um *caminho sem cruzamentos* que liga um terminal da bateria ao outro, ao longo do circuito.)



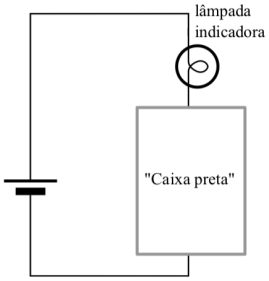
Calcule a soma das diferenças de potencial através de todas as lâmpadas pertencentes à malha, para cada uma das malhas que você desenhou. (Use as medidas que você fez acima.)

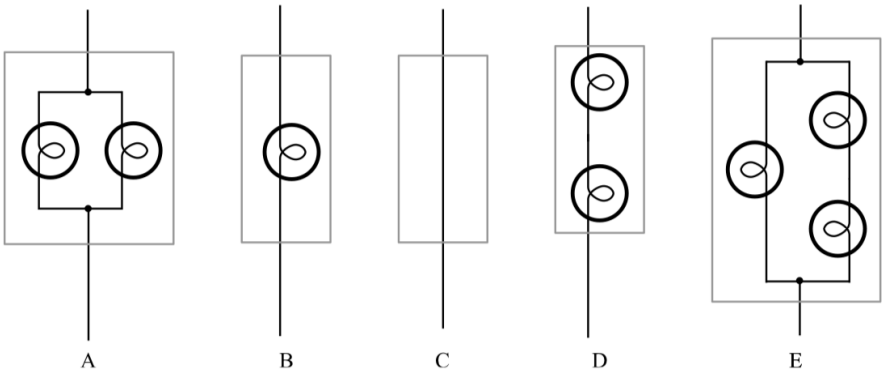
Compare as somas das diferenças de potencial em cada malha com a diferença de potencial entre os terminais da bateria.

Discuta suas respostas com o instrutor

1.5 Exercícios

1. O circuito ao lado consiste de uma lâmpada ligada em série com uma bateria ideal e uma "caixa preta"elétrica, de composição desconhecida. Abaixo estão alguns candidatos a preencher o papel da "caixa preta". Todas as lâmpadas representadas são idênticas. O candidato C consiste de um simples pedaço de fio.





Suponha que cada um dos candidatos seja colocado no circuito, um de cada vez, ocupando o lugar da "caixa preta".

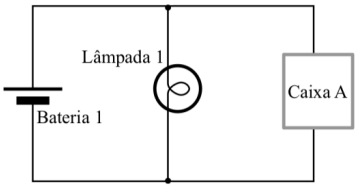
(a) Desenhe o diagrama dos cinco circuitos, mostrando o conteúdo da caixa preta em cada caso.

(b) Use o modelo desenvolvido nesta atividade para listar os circuitos, ordenados pelo brilho da *lâmpada de referência* em cada circuito.

(c) Liste os candidatos em ordem decrescente de resistência equivalente. Exponha seu raciocínio. (Não *calcule* a resistência de cada candidato, use o modelo para comparar as resistências entre si!)

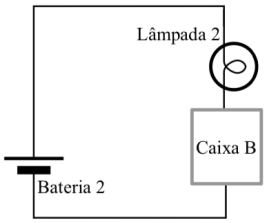
2. Neste problema, as caixas pretas A e B contém combinações desconhecidas de lâmpadas. As lâmpadas 1 e 2 são idênticas.

(a) No circuito ao lado, a voltagem através da lâmpada 1 e a voltagem através da caixa A são idênticas. O que se pode dizer a respeito da resistência da caixa A quando a comparamos com a resistência da lâmpada 1? Exponha seu raciocínio.



Escreva uma expressão que calcule a tensão através da bateria (V_{bat}) em função das tensões através da caixa A (V_A) e da lâmpada 1 (V_1).

(b) No circuito ao lado, medidas mostram que as voltagens através da lâmpada 2 e da caixa B são iguais. O que se pode dizer a respeito da comparação entre a resistência da caixa B e a da lâmpada 2? Exponha seu raciocínio.



Escreva uma expressão que nos dê a tensão através da bateria (V_{bat}) em função das tensões através da caixa B (V_B) e da lâmpada 2 (V_2).

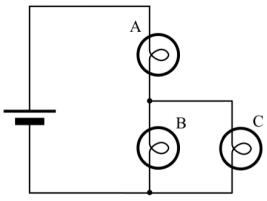
(c) As caixas A e B são agora trocadas, colocando-se a caixa B no circuito da lâmpada 1 e vice-versa. Observa-se que o brilho da lâmpada 2 é agora maior do que quando a caixa B estava no circuito.

(i) A resistência da caixa A é *maior que, menor que*, ou *igual à* resistência da caixa B? Exponha seu raciocínio.

(ii) A corrente através da bateria 1 mudou? Se mudou, foi para mais ou para menos?

(iii) A corrente através da bateria 2 mudou? Se mudou, foi para mais ou para menos?

3. As lâmpadas do circuito ao lado são todas iguais e a bateria é ideal.



(a) Considere o circuito como mostrado.

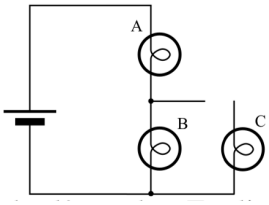
(i) Coloque as lâmpadas A, B e C em ordem de brilho decrescente, do maior para o menor. Explique como você determinou sua resposta.

(ii) Ponha em ordem decrescente as voltagens através das lâmpadas. Exponha seu raciocínio.

(iii) Escreva uma equação que relacione as voltagens através das lâmpadas A e B com a voltagem da bateria.

(iv) A voltagem através da lâmpada A é *maior que, menor que*, ou *igual à* metade da voltagem na bateria? Exponha seu raciocínio.

(b) Um estudante cortou o fio entre as lâmpadas A e C, como mostrado ao lado.



(i) Ordene as lâmpadas A, B e C em ordem decrescente de brilho, do maior para o menor. Explique como você determinou sua resposta.

(ii) Ponha em ordem decrescente as voltagens através das lâmpadas. Exponha seu raciocínio.

(iii) Escreva uma equação que relacione as voltagens através das lâmpadas A e B com a voltagem da bateria.

(iv) A voltagem através da lâmpada A é *maior que, menor que*, ou *igual à* metade da voltagem na bateria? Exponha seu raciocínio.

(c) Considere a seguinte discussão entre dois estudantes a respeito da mudança provocada no circuito quando o fio é cortado como no item (b):

Estudante 1: *"Eu acho que a lâmpada B vai brilhar mais. A lâmpada B dividia a corrente com a lâmpada C antes do fio ser cortado, mas agora ela recebe toda a corrente. Por isso, seu brilho vai aumentar."*

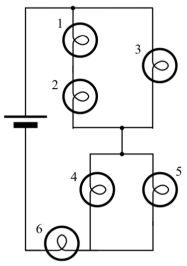
Estudante 2: *Eu não acho isso. Depois do fio ser cortado a corrente tem menos caminhos para percorrer, e por isso a resistência do circuito aumenta. Uma vez que a resistência aumenta, a corrente no circuito diminui. E por isso o brilho da lâmpada B vai diminuir."*

(i) O estudante 1 está certo? Porque?

(ii) O estudante 2 está certo? Porque?

(iii) Use o que você aprendeu sobre a voltagem para determinar se o brilho da lâmpada B vai *aumentar, diminuir*, ou *permanecer o mesmo* depois do fio ser cortado. Exponha seu raciocínio.

4. Todas as lâmpadas do circuito ao lado são iguais. Considere a bateria como ideal ao responder as perguntas abaixo.

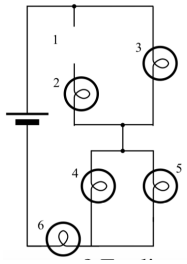


(a) Liste as lâmpadas de 1 a 6 por ordem de brilho, do maior para o menor. Exponha seu raciocínio.

(b) Liste as lâmpadas de 1 a 6 por ordem da queda de voltagem que provocam, da maior para a menor. Exponha seu raciocínio.

(c) Escreva uma equação que relacione as quedas de voltagem nas lâmpadas 3, 5 e 6 com a voltagem da bateria.

(d) A lâmpada 1 é removida de seu suporte - veja como fica o circuito no diagrama ao lado. Comparando a situação anterior com o que acontece depois que esta lâmpada é removida, podemos afirmar que:



(i) O brilho da lâmpada 2 *aumenta, diminui*, ou *permanece o mesmo*? Exponha seu raciocínio.

(ii) O brilho da lâmpada 6 *aumenta, diminui*, ou *permanece o mesmo*? Exponha seu raciocínio.

(iii) O brilho da lâmpada 3 *aumenta, diminui*, ou *permanece o mesmo*? Exponha seu raciocínio.