



**Professor: Thiago Henrique de Vasconcelos**

**Aluno:** \_\_\_\_\_

**Ano/Turma** \_\_\_\_\_ **Turno** \_\_\_\_\_

### **Objetivos:**

- Aplicações da 1ª Lei de Kirchhoff;
- Cálculos sobre a diferença de potencial sobre resistores elétricos.

### **Metodologia:**

Realizar um experimento que tem como objetivo a compreensão do cálculo das leis de Kirchhoff.

### **Materiais:**

Mídia digital – PHET

### **Fundamentação teórica:**

#### **Lei de Ohm**

As Leis de Ohm, postuladas pelo físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854) em 1827, determinam a resistência elétrica dos condutores. Além de definir o conceito de resistência elétrica, Georg Ohm demonstrou que no condutor a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada.

#### **Resistência Elétrica**

A resistência elétrica, medida sob a grandeza  $\Omega$  (Ohm), designa a capacidade que um condutor tem de se opor à passagem de corrente elétrica. A função da resistência elétrica é de dificultar a passagem de corrente elétrica.

## Resistores

Os resistores são dispositivos eletrônicos cuja função é a de transformar energia elétrica em energia térmica (calor), por meio do efeito joule. Dessa maneira, os resistores ôhmicos ou lineares são aqueles que obedecem à primeira lei de ohm ( $R=U/I$ ). A intensidade ( $i$ ) da corrente elétrica é diretamente proporcional a sua diferença de potencial (ddp), chamada também de voltagem( $U$ ).

### Leis de Ohm: Enunciados e Fórmulas

#### Primeira Lei de Ohm

A Primeira Lei de Ohm postula que um condutor ôhmico (resistência constante) mantido à temperatura constante, a intensidade ( $i$ ) de corrente elétrica será proporcional à diferença de potencial (ddp) aplicada entre suas extremidades. Ela é representada pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{U}{I} \text{ ou } U = R.I$$

Onde:

R: resistência, medida em Ohm ( $\Omega$ ).

U: diferença de potencial elétrico (ddp), medido em Volts (V).

I: intensidade da corrente elétrica, medida em Ampère (A).

#### Segunda Lei de Ohm

A Segunda Lei de Ohm estabelece que a resistência elétrica de um material é diretamente proporcional ao seu comprimento, inversamente proporcional à sua área de secção transversal. Além disso, ela depende do material do qual é constituído. É representada pela seguinte fórmula:

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

Onde:

R: resistência ( $\Omega$ ).

$\rho$ : resistividade do condutor (depende do material e de sua temperatura, medida em  $\Omega.m$ ).

L: comprimento (m).

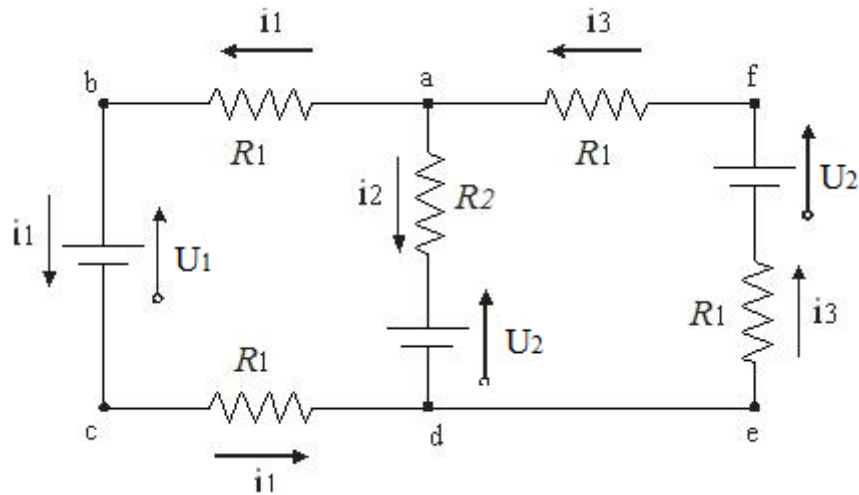
A: área de secção transversal ( $mm^2$ ).

## Lei de Kirchhoff

As Leis de Kirchhoff foram desenvolvidas pelo físico alemão Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887). As Leis de Kirchhoff são empregadas em circuitos elétricos mais complexos, como por exemplo, circuitos com mais de uma fonte de resistores estando em série ou em paralelo. Definimos:

Nó: é um ponto onde três (ou mais) condutores são ligados.

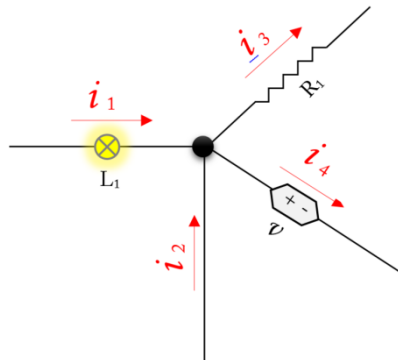
Malha: é qualquer caminho condutor fechado.



Analisando a figura, vemos que os pontos “a” e “d” são nós, mas “b”, “c”, “e” e “f” não são. Identificamos neste circuito 2 malhas definidas pelos pontos: “afed”, “adcb”.

### Primeira lei de Kirchhoff (lei dos nós)

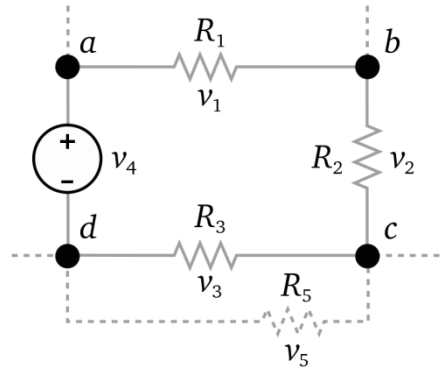
Em qualquer nó, a soma das correntes que o deixam (aquelas cujas pontas apontam para fora do nó) é igual a soma das correntes que chegam até ele. A Lei é uma consequência da conservação da carga total existente no circuito. Isto é uma confirmação de que não há acumulação de cargas nos nós.



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \text{ ou } I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

## Segunda lei de Kirchhoff (lei das malhas)

A soma algébrica das forças eletromotrizes (ddp) em qualquer malha é igual a soma algébrica das quedas de potencial ou dos produtos  $I \cdot R$  contidos na malha.



$$V_4 = V_1 + V_2 + V_3 \text{ ou } V_1 + V_2 + V_3 - V_4 = 0$$

O circuito em série apresenta três características importantes:

1. Fornece apenas um caminho para a circulação da corrente elétrica;
2. A intensidade da corrente é a mesma ao longo de todo o circuito em série;
3. O funcionamento de qualquer um dos consumidores depende do funcionamento dos consumidores restantes.

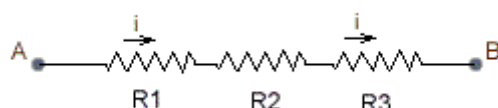
## Associação de Resistores

Em nosso dia-a-dia utilizamos vários aparelhos elétricos onde são empregados circuitos com dois ou mais resistores. Em muitos destes circuitos utiliza-se uma associação de resistores. A associação de resistores pode ocorrer basicamente de três maneiras diferentes: Associação em série, associação em paralelo e associação mista. Para efeito de cálculos, em muitos casos será necessário descobrir como a série de resistores se comporta como um todo. Nestes casos utilizamos o conceito de resistor equivalente. Que é um resistor que tem as mesmas propriedades da associação, ou seja, uma resistência que seja a mesma do conjunto, esta resistência é chamada resistência equivalente.

Em algumas aplicações vários resistores são ligados um em seguida do outro para obter o circuito desejado, como é o caso das lâmpadas decorativas de natal, um bom exemplo de associação de resistores em série.

### Associação em série:

Na associação em série todos os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica. Os resistores são ligados um em seguida do outro, existindo apenas um caminho para a corrente elétrica. Observe a figura abaixo:



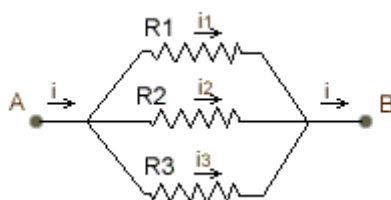
A ddp de uma associação de resistores em série é a soma das ddps em cada um dos resistores associados, que equivale a 2ª Lei de Kirchhoff.

O valor da resistência equivalente é dado pela soma das resistências dos resistores que constituem a série.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

### Associação em paralelo:

A associação de resistores em paralelo é um conjunto de resistores ligados de maneira a todos receberem a mesma diferença de potencial (ddp). Nesta associação existem dois ou mais caminhos para a corrente elétrica, e desta maneira, os resistores não são percorridos pela corrente elétrica total do circuito. Observe a figura abaixo:



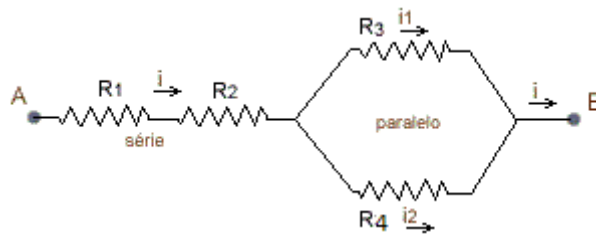
A corrente, em uma associação de resistores em paralelo, é a soma das correntes nos resistores associados, que equivale a 1ª Lei de Kirchhoff.

Na associação em paralelo, o valor da resistência equivalente é sempre menor que o valor de qualquer resistência dos resistores da associação. Este valor pode ser obtido com as seguintes equações:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

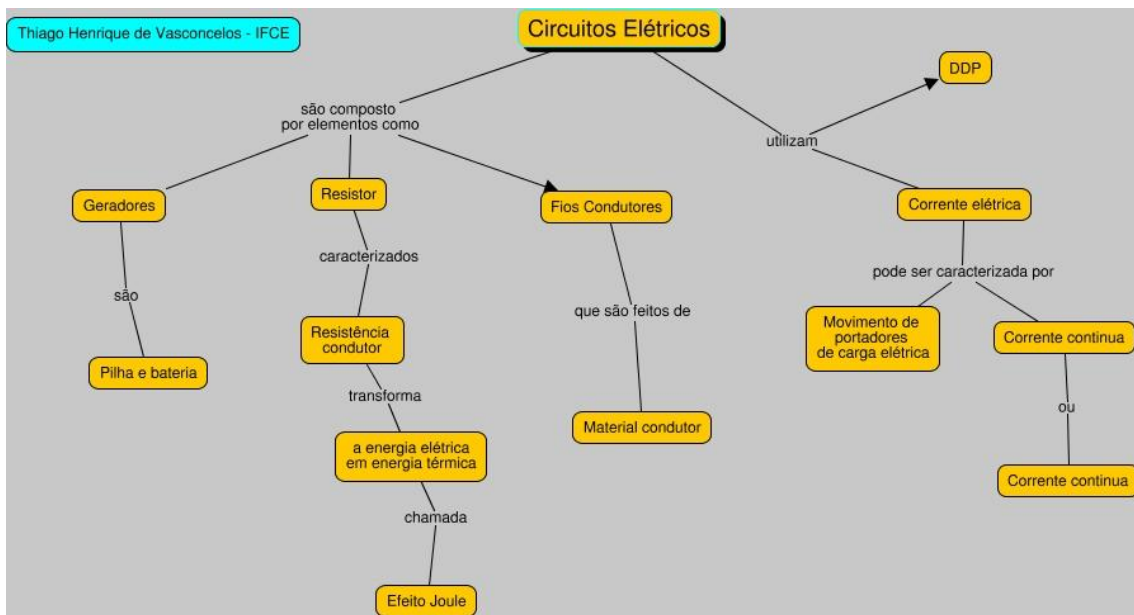
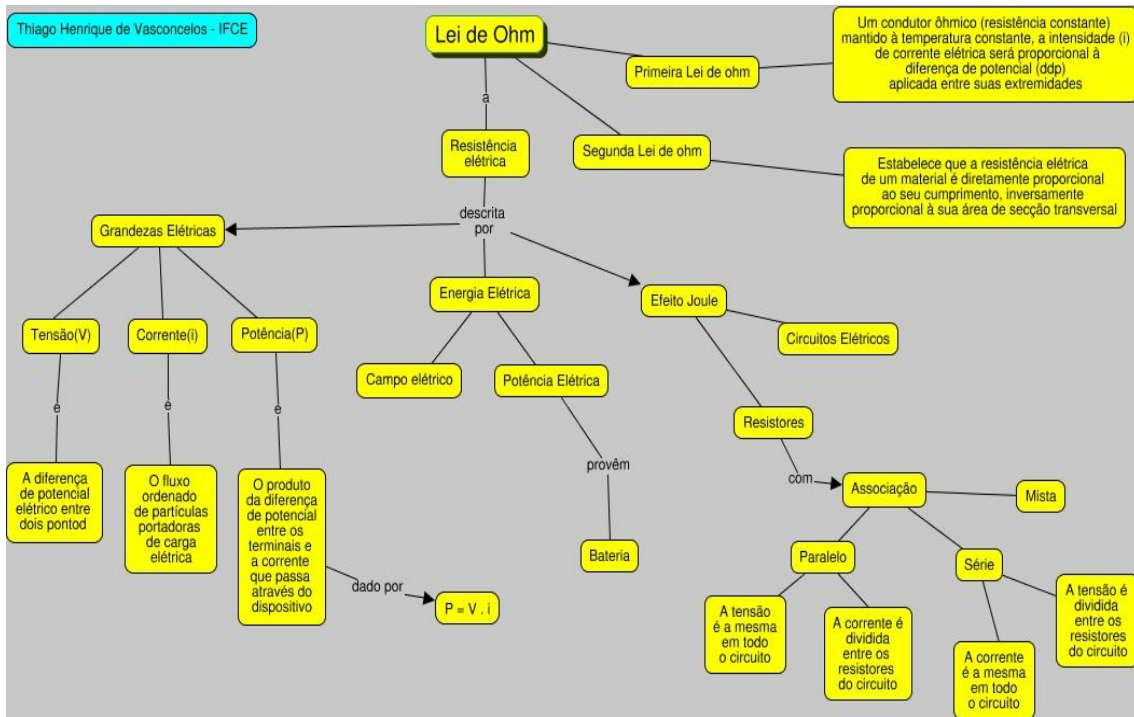
### Associação mista:

Uma associação mista é composta quando associamos resistores em série e em paralelo no mesmo circuito. Observe na figura abaixo que os resistores R1 e R2 estão em série e os resistores R3 e R4 estão em paralelo:



Nas associações mistas também podemos encontrar um valor para a resistência equivalente. Para isto devemos considerar cada associação (série ou paralelo) separadamente, sendo que todas as propriedades descritas acima são válidas para estas associações.

## Conceitos Relacionados:

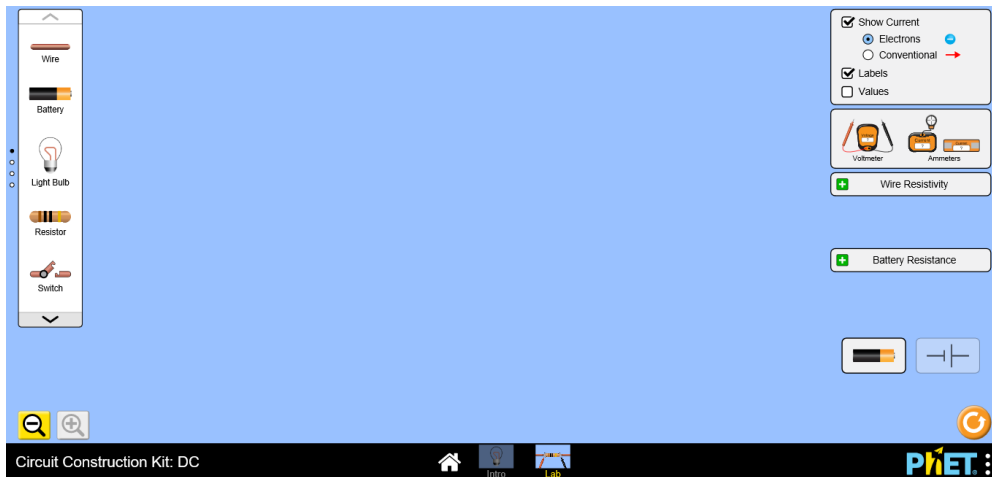


## Software - PHET

[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html)

Primeiro: escolha a opção “Lab”.

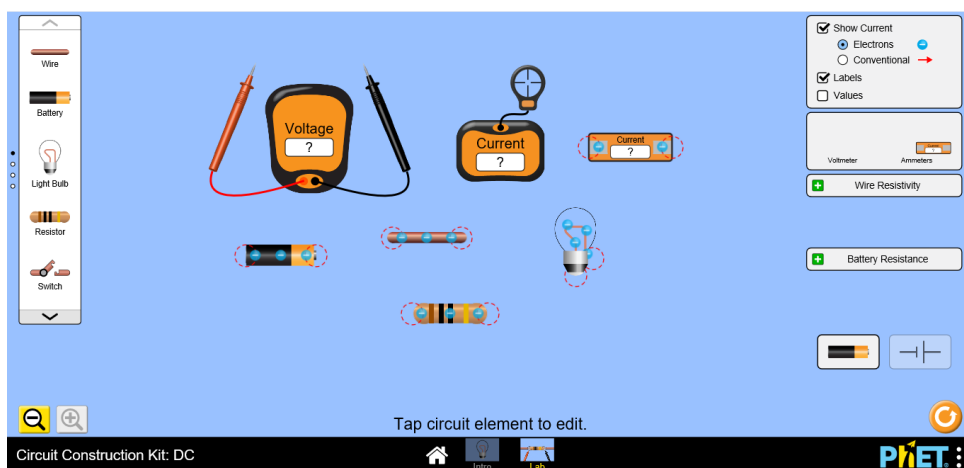
Na página inicial temos:



### Montando um circuito:

Materiais:

1. Fonte de alimentação do circuito – Bateria
2. Resistores
3. Fio condutor
4. Lâmpada
5. Voltímetro
6. Amperímetro



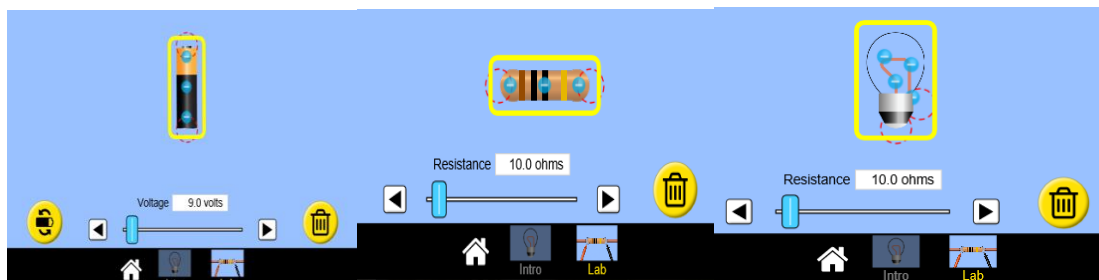


Regulando Voltagem da bateria e resistência do resistor e lâmpada:

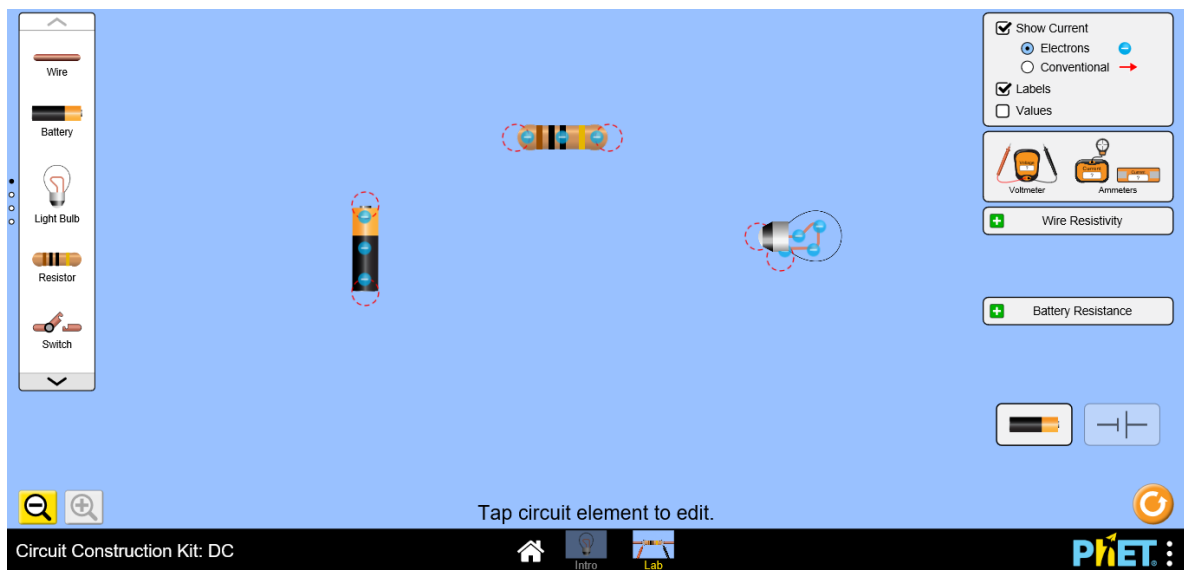
Selecione a bateria, e arraste ela para a tela azul.

Depois de um clique na bateria, ela é circunscrita por uma linha amarela, indicando que a mesma foi selecionada, no centro inferior da tela irá aparecer o regulador de voltagem, onde você consegue regular.

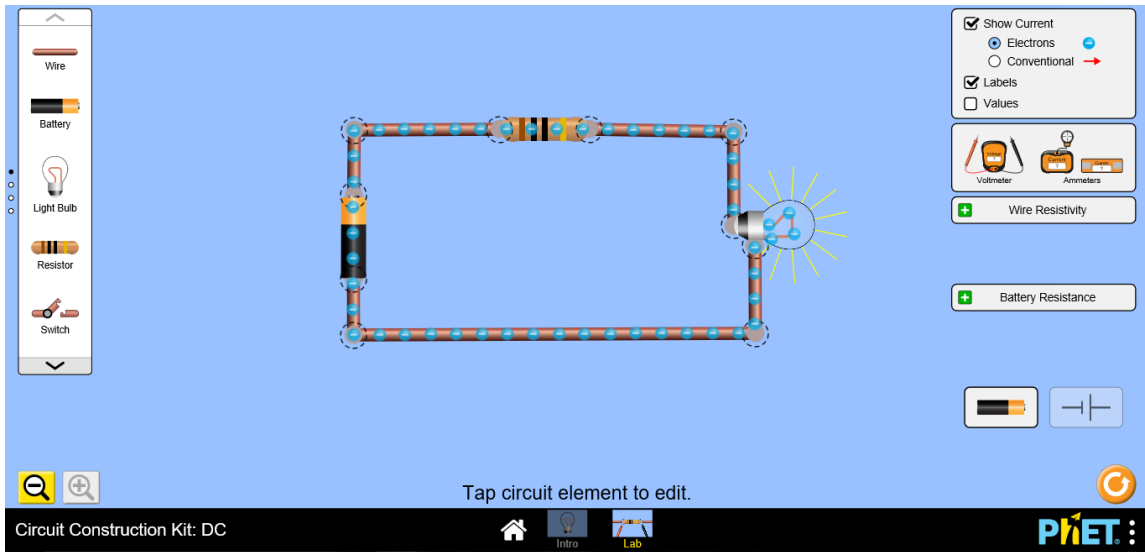
O mesmo é feito com a lâmpada e o resistor. Considere a lâmpada como uma resistência.



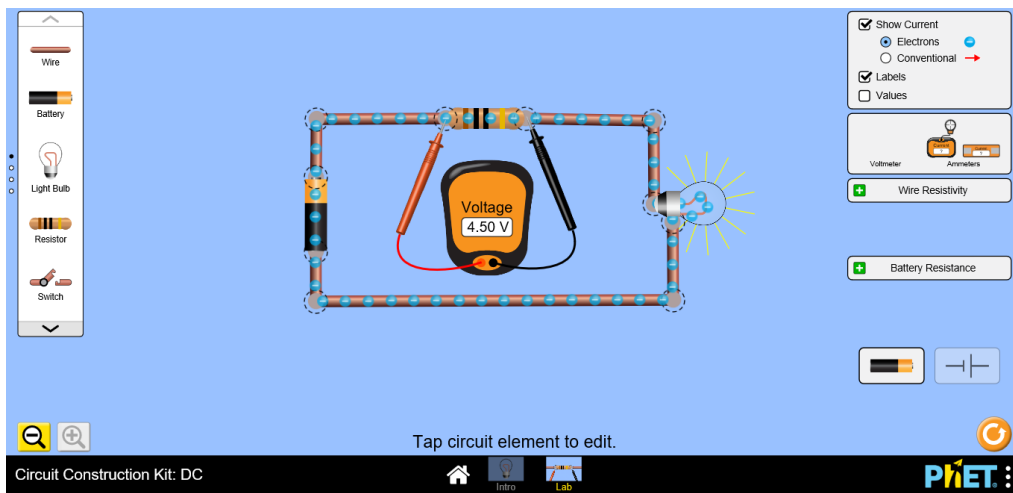
Coloque a bateria o resistor a lâmpada na tela azul:



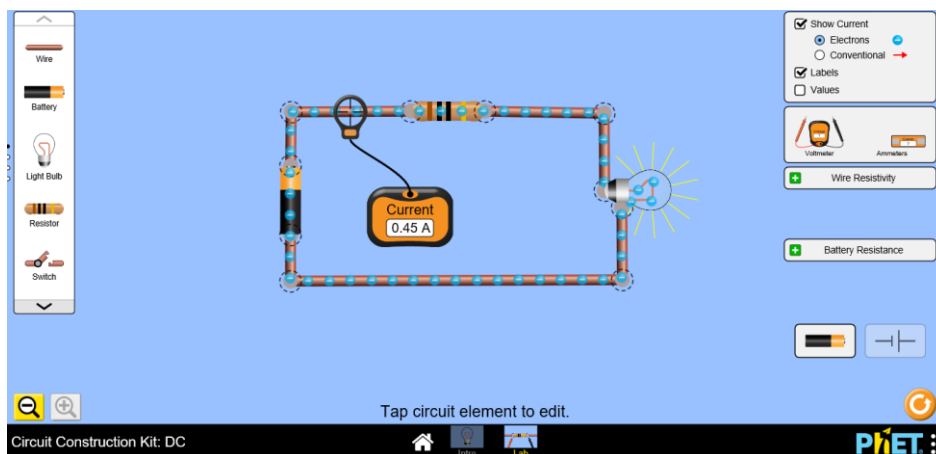
Conecte os polos circulado em vermelho com o fio condutor, assim você montou o circuito.



Para medir a tensão, use o Voltímetro nos dois polos das resistências e anote:



Depois anote também as correntes da malha, medidas com o amperímetro. Para medir basta colocar a mira do mesmo em cima de um dos fios da malha, para saber o sentido da corrente, clique em **CONCENTIONAL** na parte superior direita da tela.



Pelo circuito está com a tensão se dividindo temos a 2ª Lei de Kirchhoff.

Podemos calcular a tensão assim:

$V_1 = 9V$  e dois resistores de  $10\ \Omega$ , logo a resistência equivalente é  $20\ \Omega$ , como o circuito está em série a corrente não muda, assim temos  $i = V_1/R_{eq} \rightarrow i = 9/20 \rightarrow i = 0,45A$ . Assim  $V_2 = i \cdot R_1 \rightarrow V_2 = 0,45 \cdot 10 \rightarrow V_2 = 4,5V$ . E  $V_3$  é:  $V_3 = i \cdot R_2 \rightarrow V_3 = 0,45 \cdot 10 \rightarrow V_3 = 4,5V$ .

Aplicando a lei de Kirchhoff:

$$V_1 = V_2 + V_3 \rightarrow 9V = 4,5V + 4,5V$$

Provando a validade da lei.

### Atividade - Laboratório experimental virtual:

O experimento consiste montar um circuito com uma fonte de alimentação (uma bateria de 9V), resistores conectados em série ou paralelo, fios condutores e ligar uma lâmpada nos circuitos.

Experimento 01:

1. Preencher os dados da tabela.
2. Montar um circuito com 1 resistor em paralelo de  $10\Omega$ ; **LEMBRANDO QUE A LÂMPADA EQUIVALE A UMA RESISTÊNCIA, AJUSTE PARA  $10\Omega$ .**
3. Calcular a resistência equivalente do circuito.
4. Medir ddp com o voltímetro, nos dois pontos do resistor e na lâmpada.
5. Medir a corrente elétrica nas malhas.
6. Diga qual lei de Kirchhoff se aplica nesse circuito.
7. Faça os cálculos desta lei.

V1	V2	V3	Ve <sub>q</sub>
R1	R2	R3	Re <sub>q</sub>
i1	i2	i3	ie <sub>q</sub>

Experimento 02:

1. Preencher os dados da tabela.
2. Montar um circuito com 2 resistores em paralelo de  $9\Omega$ ; **LEMBRANDO QUE A LÂMPADA EQUIVALE A UMA RESISTÊNCIA, AJUSTE PARA  $9\Omega$ .**
3. Calcular a resistência equivalente do circuito.
4. Medir ddp com o voltímetro, nos dois pontos do resistor e na lâmpada.
5. Medir a corrente elétrica nas malhas.
6. Diga qual lei de Kirchhoff se aplica nesse circuito.
7. Faça os cálculos desta lei.

V1	V2	V3	Ve <sub>q</sub>
R1	R2	R3	Re <sub>q</sub>
i1	i2	i3	ie <sub>q</sub>

Experimento 03:

1. Preencher os dados da tabela.
2. Montar um circuito com 2 resistores em série de  $9\Omega$ ; **LEMBRANDO QUE A LÂMPADA EQUIVALE A UMA RESISTÊNCIA, AJUSTE PARA  $9\Omega$ .**
3. Calcular a resistência equivalente do circuito.
4. Medir ddp com o voltímetro, nos dois pontos do resistor e na lâmpada.
5. Medir a corrente elétrica nas malhas.
6. Diga qual lei de Kirchoff se aplica nesse circuito.
7. Faça os cálculos desta lei.

V1	V2	V3	Ve <sub>q</sub>
R1	R2	R3	Re <sub>q</sub>
i1	i2	i3	ie <sub>q</sub>

Experimento 04:

1. Preencher os dados da tabela.
2. Montar um circuito com 3 resistores diferentes em série de  $2\Omega$ ,  $10\Omega$ ,  $15\Omega$ ; **LEMBRANDO QUE A LÂMPADA EQUIVALE A UMA RESISTÊNCIA, AJUSTE PARA  $20\Omega$ .**
3. Calcular a resistência equivalente do circuito.
4. Medir ddp com o voltímetro, nos dois pontos do resistor e na lâmpada.
5. Medir a corrente elétrica nas malhas.
6. Diga qual lei de Kirchoff se aplica nesse circuito.
7. Faça os cálculos desta lei.

V1	V2	V3	Ve <sub>q</sub>
R1	R2	R3	Re <sub>q</sub>
i1	i2	i3	ie <sub>q</sub>

**Referências:**

<https://www.todamateria.com.br/leis-de-ohm/>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Leis\\_de\\_Kirchhoff](https://pt.wikipedia.org/wiki/Leis_de_Kirchhoff)

<https://www.infoescola.com/electricidade/leis-de-kirchhoff/>

<https://www.efeitojoule.com/2008/07/associacao-de-resistores.html>

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25010>

[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html)