

# **Eletricista de Sistemas de Energias Renováveis**

## **Módulo I**

# Aula 1

**Força Elétrica**

**Lei de Coulomb**

**Campo Elétrico**

**Potencial Elétrico**

**Diferença de Potencial**

**Corrente Elétrica**

**Resistência Elétrica**

**Potência**

**Energia**

# Revisão

**Quiz - Casa**

**Exercícios - Casa**

# Força Elétrica

# Eletrostática

## Cargas Elétricas

é o ramo da eletricidade que estuda as propriedades e o comportamento de **cargas elétricas** em repouso.

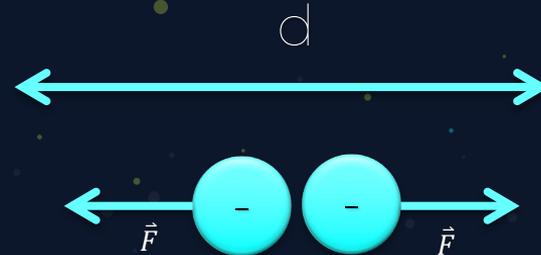
Propriedade da Matéria

# Lei de Cargas Elétricas:

Quando corpos com cargas de polaridades diferentes se atraem, existe uma força elétrica de atração.



Quando corpos com cargas de polaridades iguais se repelem, existe uma força elétrica de repulsão.



Partículas com cargas de mesmo sinal se repelem e partículas com cargas de sinais opostos se atraem.

# Força Elétrica: Lei de Coulomb

Uma expressão para o módulo da força entre elas é dada pela Lei de Coulomb:


$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2} (N)$$

Sendo  $q_1$  e  $q_2$ , os valores das cargas elétricas,  $K$ , a constante eletrostática ( $K = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$ ) e  $d$ , a distância entre as cargas.

# Força Elétrica: Lei de Coulomb

É diretamente proporcional ao valor da carga total em cada um dos corpos



$$F_1 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}$$



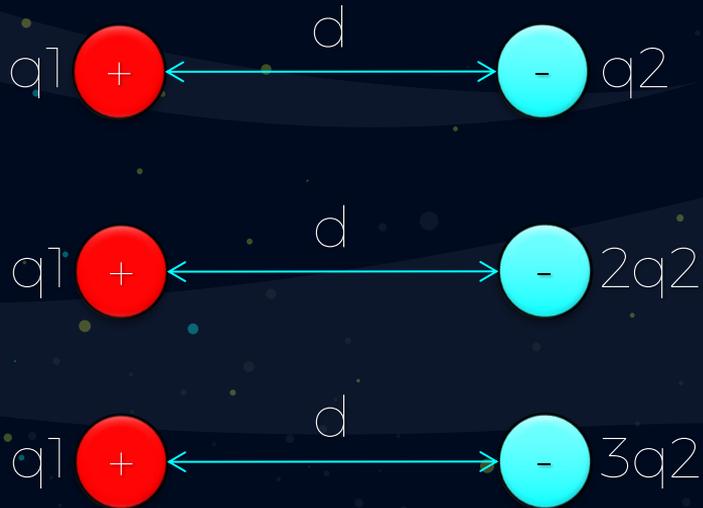
$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot 2q_2}{d^2} = 2 \cdot F_1$$



$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot 3q_2}{d^2} = 3 \cdot F_1$$

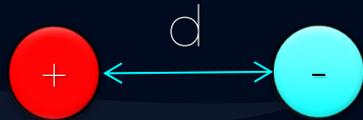
# Força Elétrica: Lei de Coulomb

É diretamente proporcional ao valor da carga total em cada um dos corpos



# Força Elétrica: Lei de Coulomb

É inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas: Quanto maior, muito menor a força.



$$F_1 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}$$



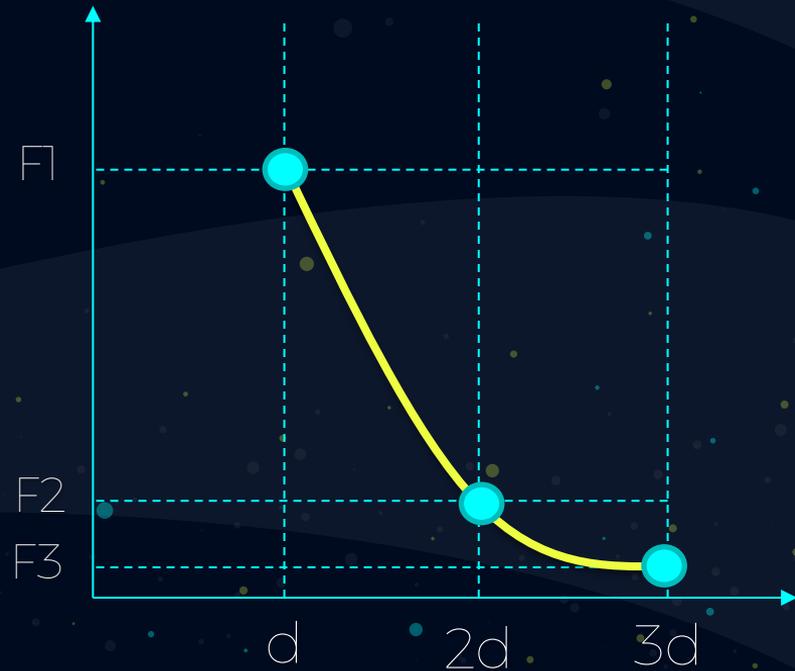
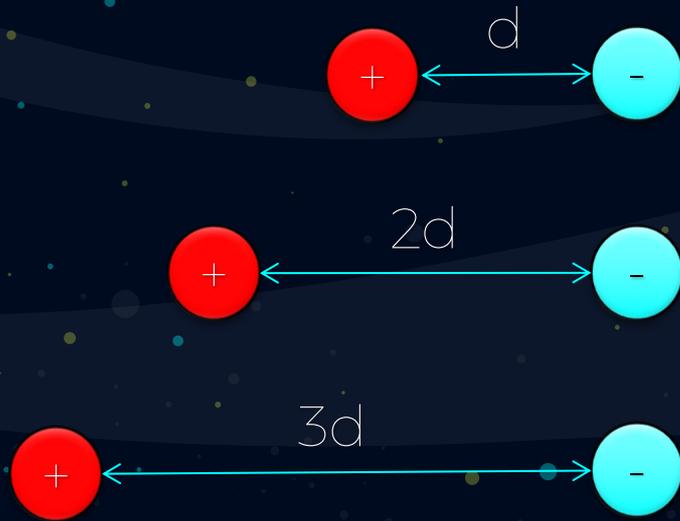
$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{(2d)^2} = \frac{1}{4} \cdot F_1$$



$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{(3d)^2} = \frac{1}{9} \cdot F_1$$

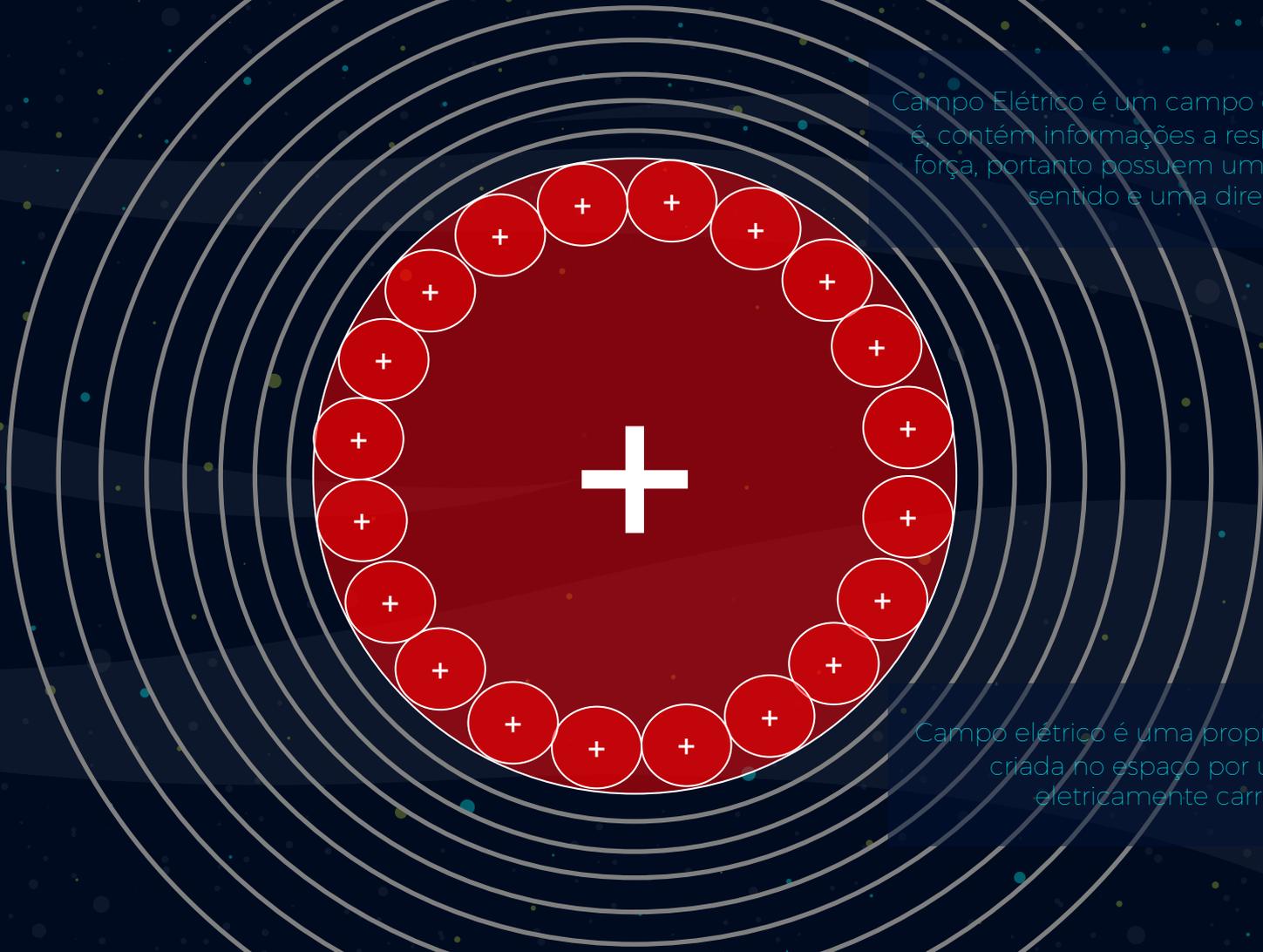
# Força Elétrica: Lei de Coulomb

É inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas: Quanto maior, muito menor a força.



# Campo Eléctrico

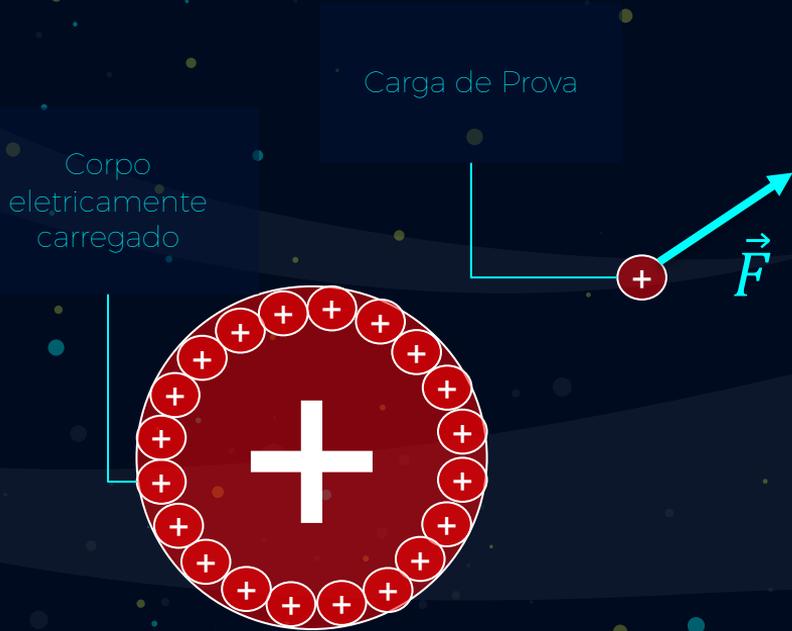
# Campo Elétrico



Campo Elétrico é um campo de Vetorial, isto é, contém informações a respeito de uma força, portanto possuem um módulo, um sentido e uma direção.

Campo elétrico é uma propriedade abstrata criada no espaço por um objeto eletricamente carregado

# Campo Elétrico

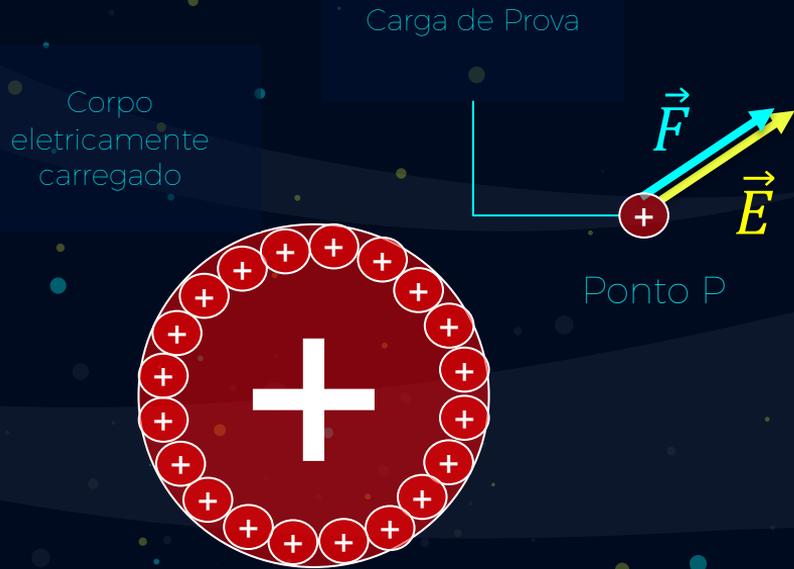


Carga de Prova é utilizada para comprovar a existência do Campo Elétrico em determinado ponto do espaço

Sua quantidade de carga é pequena para não interferir na distribuição de carga do objeto carregado

Sobre a carga de prova age uma Força eletrostática

# Campo Elétrico

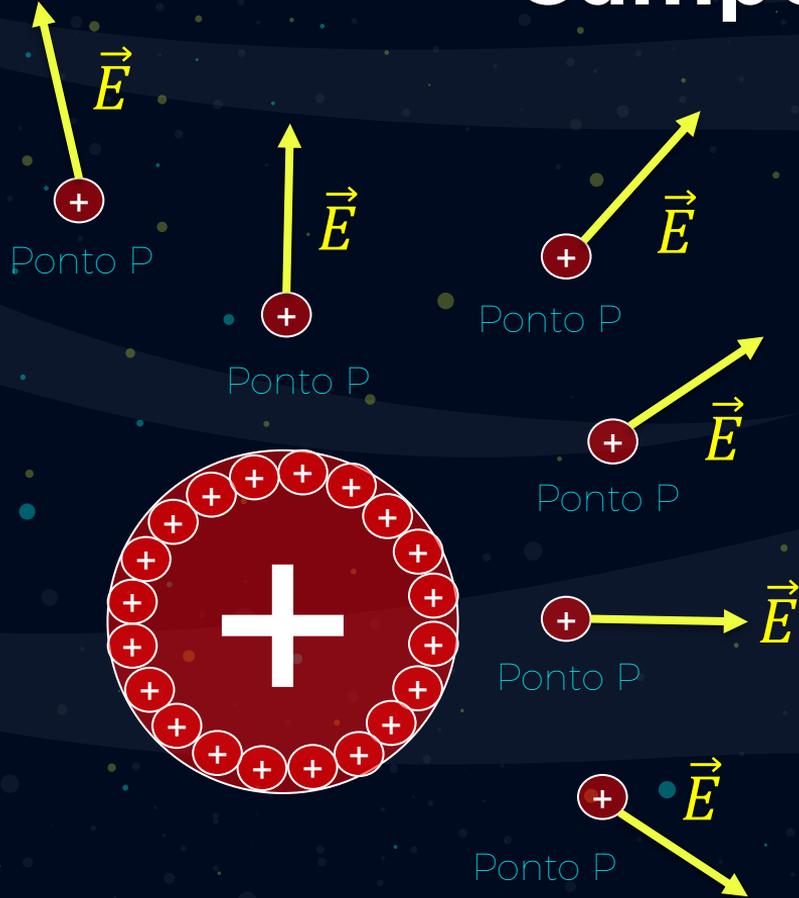


Como a carga de prova é positiva, os vetores de  $\vec{F}$  e  $\vec{E}$  tem a mesma orientação. O módulo de  $\vec{F}$  no ponto P é dado pela equação .

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \left[ \frac{N}{C} \right]$$

A origem do vetor  $\vec{E}$  deve indicar o ponto onde foi realizada a medição.

# Campo Elétrico

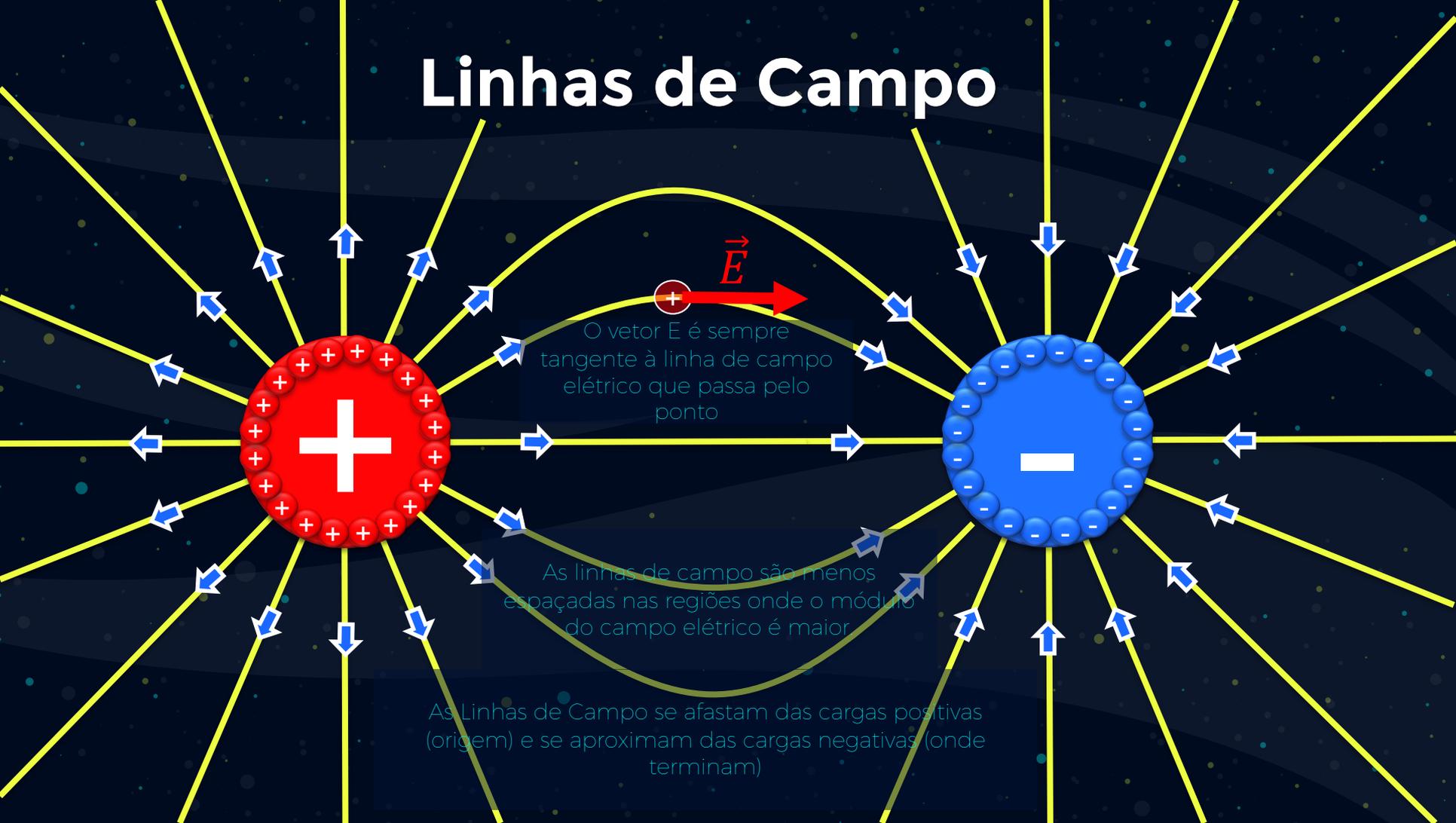


Utilizando várias cargas de prova podem ser realizado o levantamento da distribuição do campo Elétrico nas vizinhanças de um objeto carregado.

O campo Elétrico existe independente da carga de prova, ele é uma propriedade do espaço devido a existência do objeto carregado.

# Linhas de Campo

# Linhas de Campo



O vetor  $E$  é sempre tangente à linha de campo elétrico que passa pelo ponto

As linhas de campo são menos espaçadas nas regiões onde o módulo do campo elétrico é maior

As Linhas de Campo se afastam das cargas positivas (origem) e se aproximam das cargas negativas (onde terminam)

# Campo Eléctrico produzido por uma partícula carregada

# Campo Produzido por uma Partícula Carregada:

O sentido de  $\vec{F}$  é para longe da partícula, se a carga  $q$  for positiva (já que  $q_0$  é positiva), e será na direção da partícula quando  $q$  for negativa. Desta forma, o módulo do campo Elétrico criado pela partícula na posição da carga de prova é:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q\cancel{q_0}}{r^2} \hat{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

# Campo Produzido por uma Partícula Carregada:

O sentido do vetor de campo elétrico pode ser obtido observando-se o sinal da carga  $q$ . O módulo do campo elétrico pode ser obtido pela equação:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q|}{r^2}$$

# Campo Produzido por uma Partícula Carregada:

Se em um ponto existem vários vetores de campo elétrico criados por várias partículas carregadas, o campo elétrico total pode ser determinado colocando uma carga de prova positiva no ponto e calculando a força exercida por cada partícula carregada sobre o carga de prova.

$$\vec{F}_0 = \vec{F}_{01} + \vec{F}_{02} + \cdots + \vec{F}_{0n}$$

# Campo Produzido por uma Partícula Carregada:

Para obter o campo elétrico total, basta substituir cada uma das forças determinadas na equação:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} = \frac{\vec{F}_{01}}{q_0} + \frac{\vec{F}_{02}}{q_0} + \dots + \frac{\vec{F}_{0n}}{q_0}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

○ O campo elétrico produzido por cada partícula e finalmente somar vetorialmente todos os campos elétricos.

# Potencial Eléctrico

# Potencial Elétrico e Energia

## Potencial Elétrica

Verifica-se que um potencial elétrico existe em todos os pontos de um campo elétrico.

Todo objeto carregado cria um potencial elétrico  $V$  nos mesmos pontos em que cria um campo elétrico.

Quando se coloca uma partícula carregada  $q$  em um ponto onde já existe um potencial elétrico  $V$ , a energia potencial é dada por:

$$U = qV$$

# Potencial Elétrico e Energia

## Potencial Elétrica

A unidade de medida utilizada para representar o potencial elétrico no SI é Joule por Coulomb. Para tanto a unidade mais utilizada é o Volt (V).

$$1V = 1 \frac{J}{C}$$

Da mesma forma, outra unidade de medida apropriada para o campo elétrico será o Volt por metro ( $V/m$ ).

# Potencial Elétrico e Energia

## Potencial Elétrica

Quando passamos de um ponto inicial  $i$  para um ponto final  $f$  na presença de um campo elétrico produzido por um objeto carregado a variação do potencial elétrico é dado por:

$$\Delta V = V_f - V_i$$

Assim:

$$\Delta U = q\Delta V = q(V_f - V_i)$$

# Trabalho realizado pelo Campo

Podemos relacionar a variação de energia potencial  $\Delta U$  ao trabalho  $W$  realizado pela força elétrica enquanto a partícula se desloca do ponto  $i$  até o ponto  $f$  usando uma relação que é válida para qualquer força conservativa:

$$W = -\Delta U$$

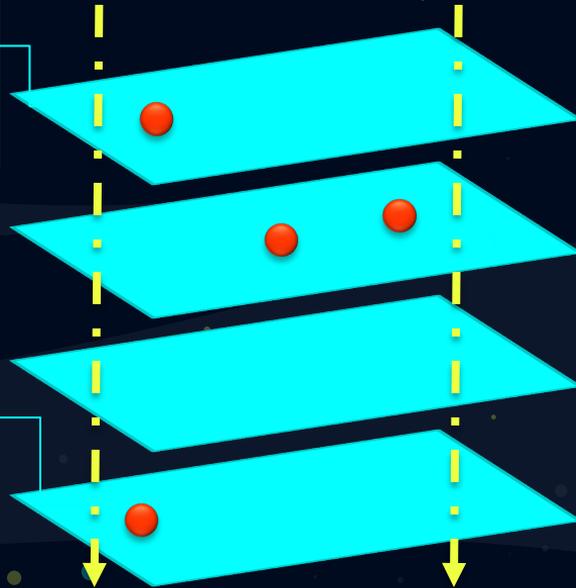
Logo, podemos relacionar o trabalho à variação de potencial elétrico da equação:

$$W = -\Delta U = -q(V_f - V_i)$$

# Superfícies equipotenciais

O trabalho realizado ao longo de uma trajetória que se mantém em uma mesma superfície é nulo

O trabalho realizado ao longo de uma trajetória que começa e termina na mesma superfície equipotencial é nulo.



Os trabalhos realizados ao longo de trajetórias que começam e terminam nas mesmas superfícies equipotenciais são iguais

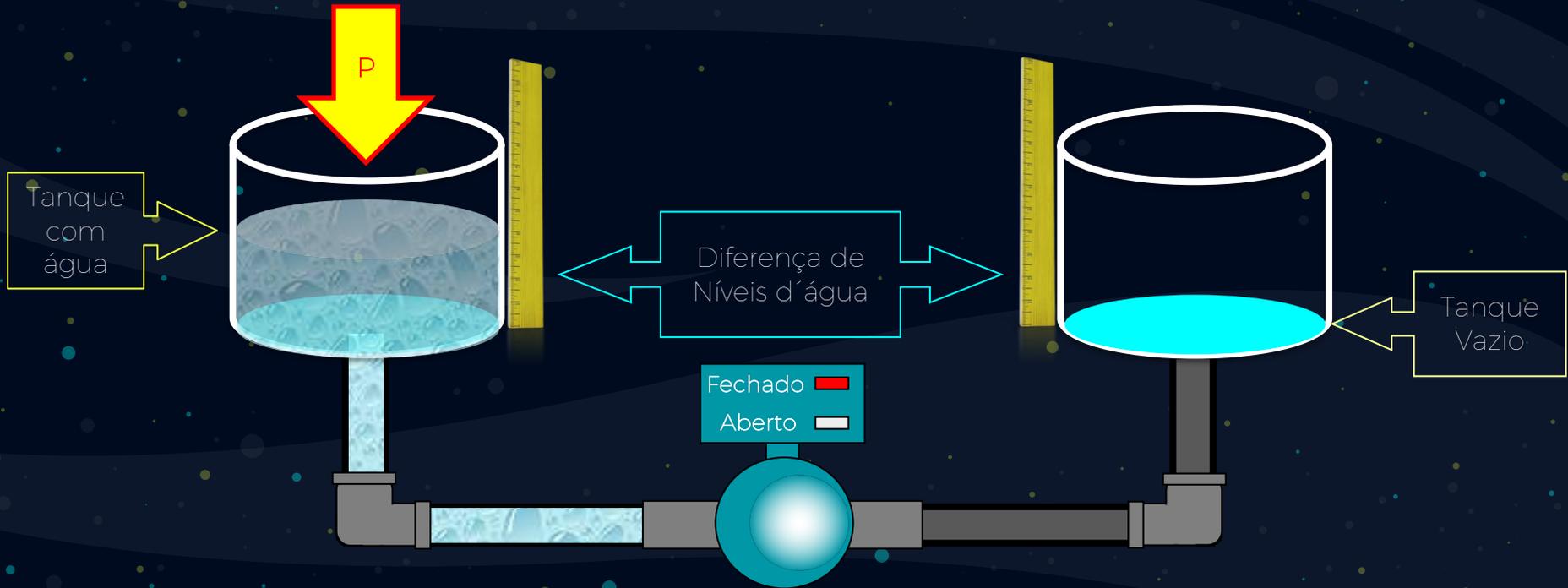
# Analogia Sistema Hidráulico

# Analogia Sistema Hidráulico



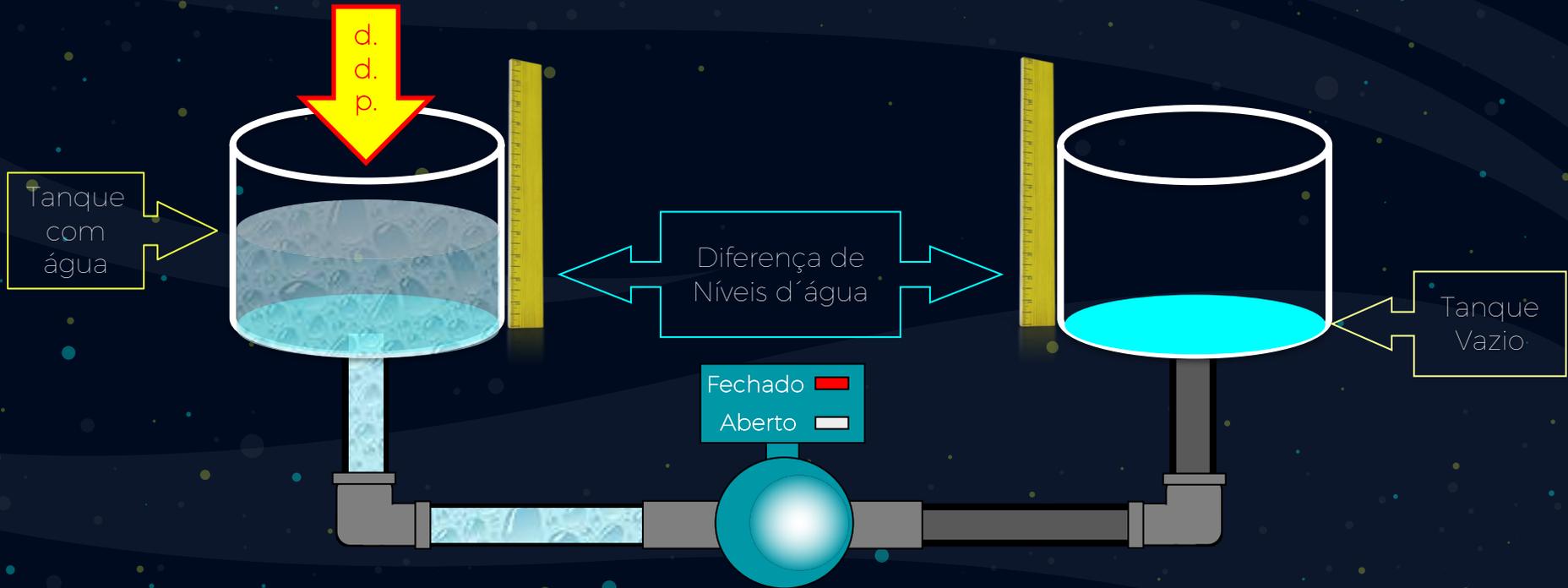
Para termos um movimento de água, é necessário um desnível de água (pressão).

# Analogia Sistema Hidráulico



A pressão é a força aplicada na coluna de água dentro do encanamento que orienta seu movimento na direção que aponta essa força (neste caso, de cima para baixo – gravidade).

# Analogia Sistema Hidráulico



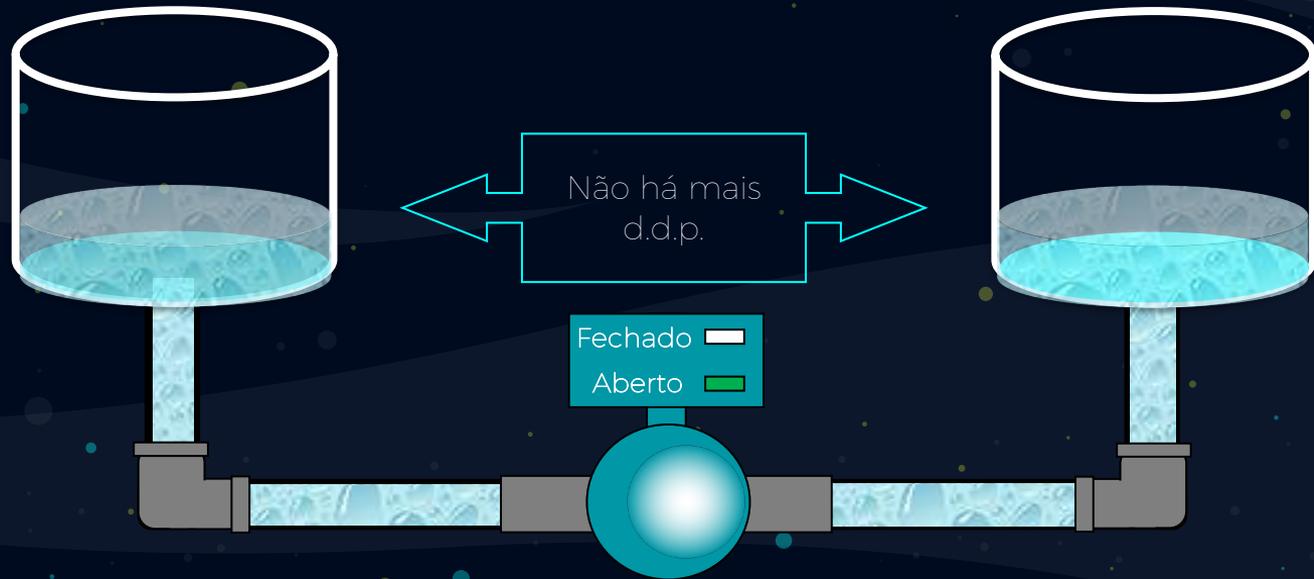
O mesmo acontece com os elétrons. Para que eles se movimentem, é necessário termos uma pressão elétrica, a qual recebe o nome de diferença de potencial (d.d.p.) ou tensão elétrica.

# Analogia Sistema Hidráulico



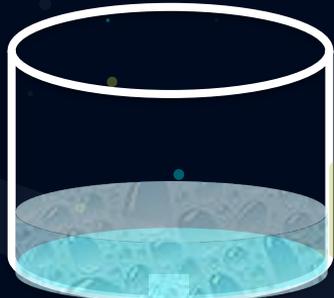
Tensão elétrica - é a pressão exercida sobre os elétrons livres para que estes se movimentem no interior de um condutor.

# Analogia com Sistema Hidráulico



No momento que a diferença de níveis deixa de existir, a circulação d'água é interrompida (o mesmo acontece com a corrente elétrica na ausência de uma diferença de potencial).

# Analogia Sistema Hidráulico



Pressão na coluna d'água = Tensão Elétrica ou Diferença de Potencial (d.d.p.)



Fechado   
Aberto

Registro = Resistência Elétrica (ohms)

Vazão de água = Corrente Elétrica (\*)

# Tensão ~~(Voltagem)~~

# Tensão

Tensão ou  
Diferença de  
Potencial  
(d.d.p.)

Organiza o  
movimento  
de elétrons

Força  
Eletromotriz

Tensão  
medida em  
Volts (V)  
com um  
Voltímetro

# Corrente Elétrica ~~(Amperagem)~~

# Corrente Elétrica

01

Deve ter uma  
força elétrica  
para obrigar a  
movimentação  
das cargas  
elétricas

Diferença de  
Potencial  
(d.d.p.)

# Corrente Elétrica

02

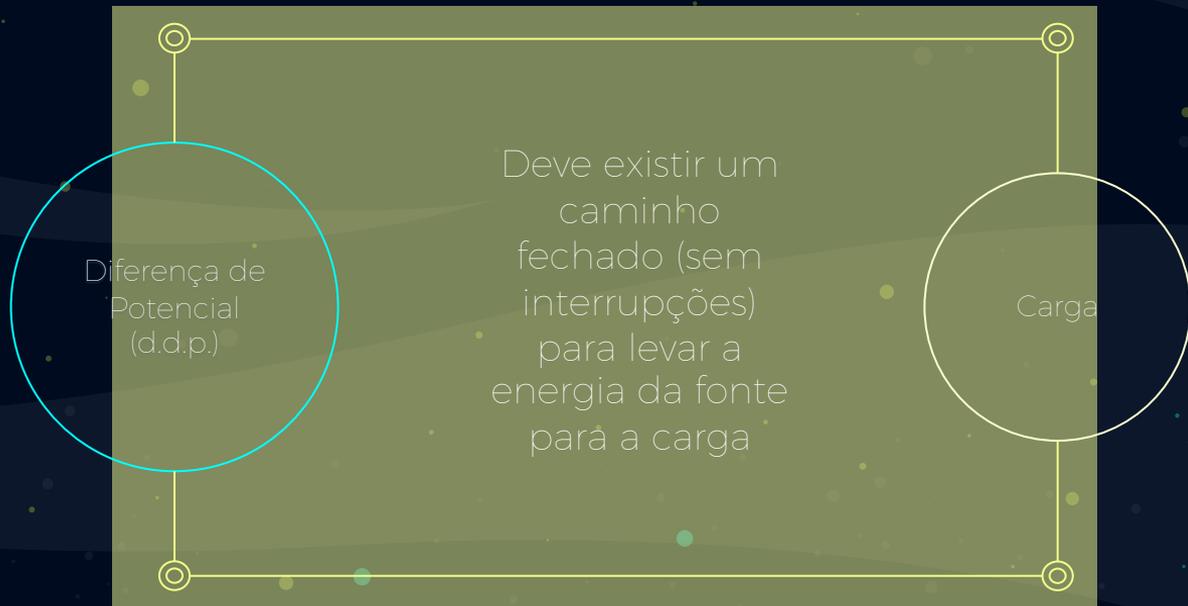
Diferença de  
Potencial  
(d.d.p.)

Carga

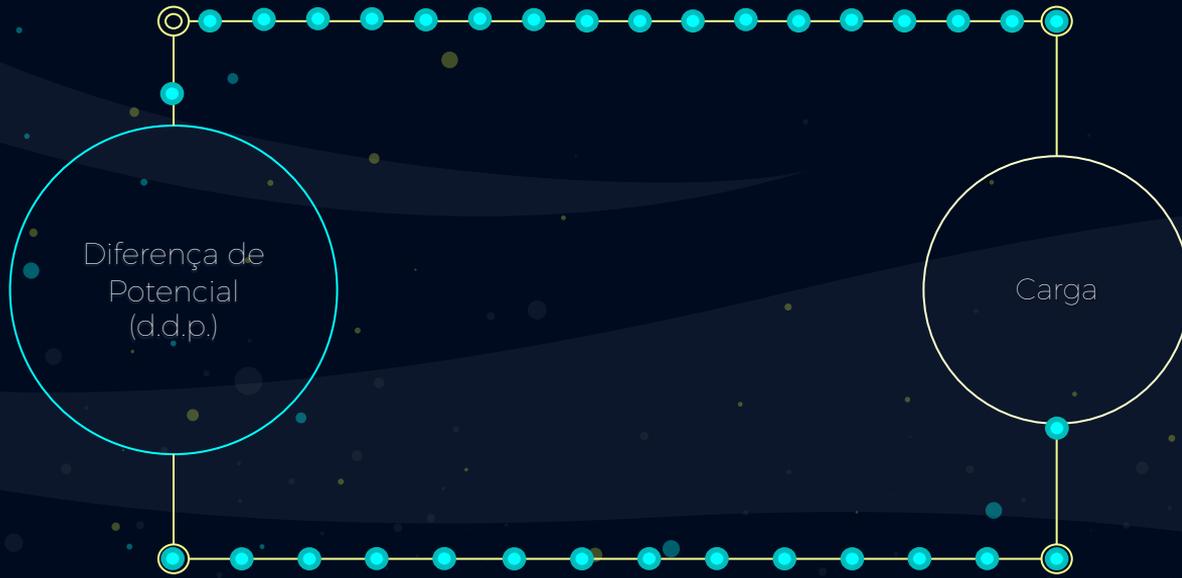
Deve existir uma  
carga que  
utilizará a  
energia enviada  
pela fonte

# Corrente Elétrica

03



# Corrente Elétrica



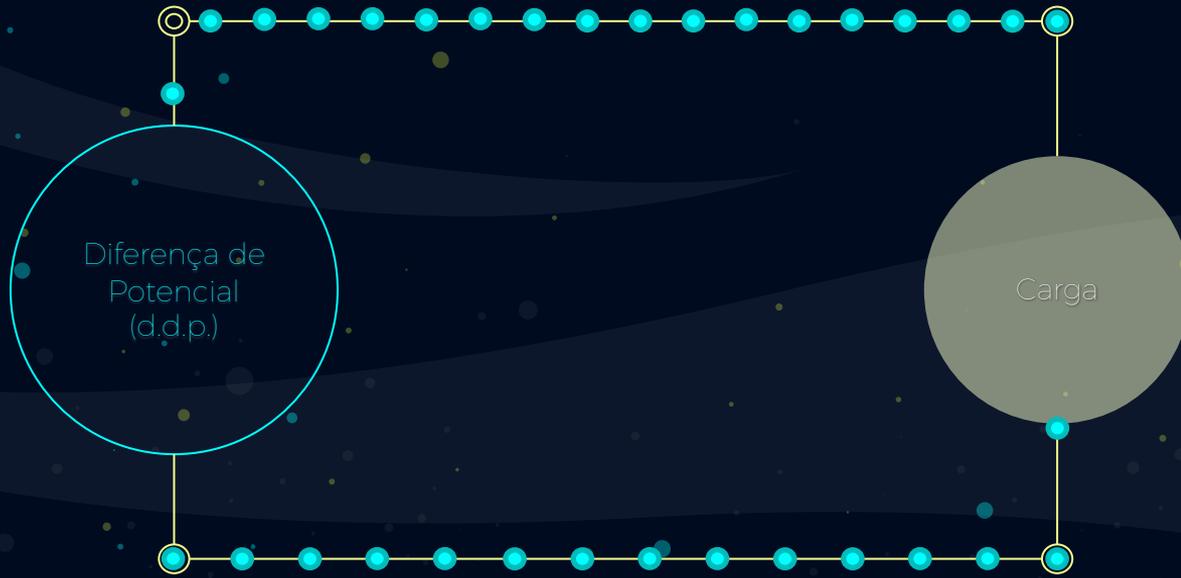
É o movimento organizado de cargas elétricas que circulam por um circuito fechado mediante a d.d.p. da Fonte

# Corrente Elétrica



Quando o interruptor abre o circuito, não há mais corrente elétrica, mesmo tendo diferença de potencial.

# Corrente Elétrica



Ao fechar o circuito novamente, se estabelece uma corrente elétrica que alimenta a carga.

# Resistência

# Resistência



Dispositivo que utiliza a energia da fonte com alguma finalidade



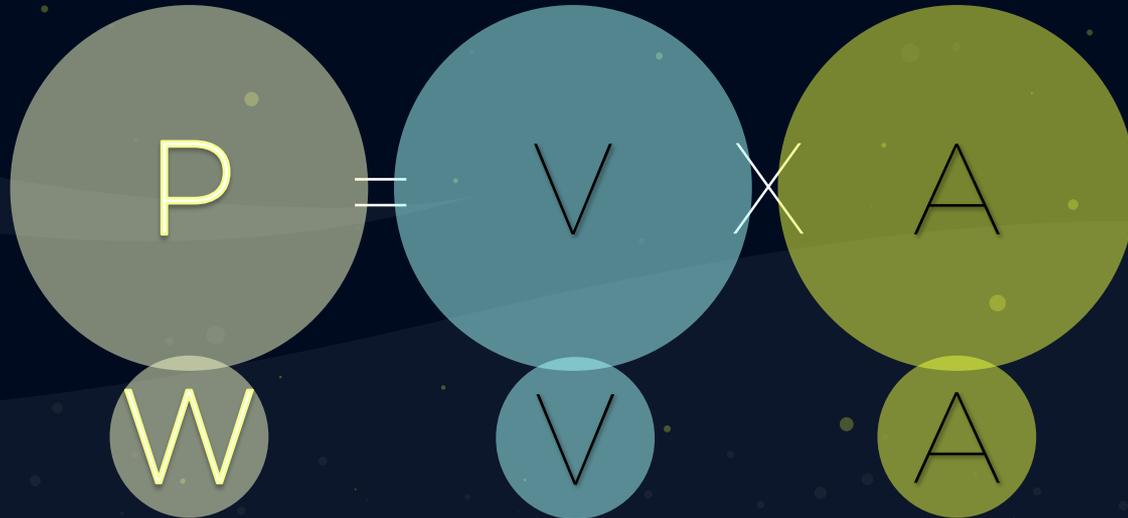
A Resistência é uma força elétrica que se opõe à passagem de corrente, gerando uma d.d.p. no sentido contrário à da fonte de alimentação



Todas as cargas possuem Resistência

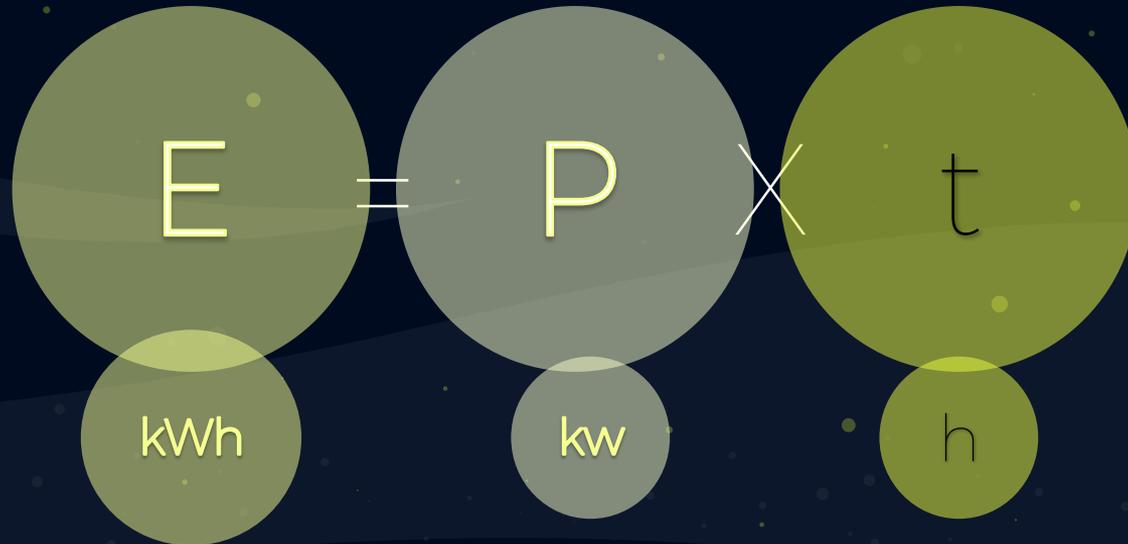
# Potência (Watt)

# Potência



Energia  
(kWh)

# Energia



# Dúvidas?

[raul.sales@passofundo.ifsul.edu.br](mailto:raul.sales@passofundo.ifsul.edu.br)