

Márcio Azulay

FÍSICA

ILUSTRADA



6 ELETRICIDADE

SUMÁRIO

Física Ilustrada
Volume 6 • Eletricidade
3ª Edição • 2022

- 03** Sistema Internacional
- 04** Prefixos

- 09** Átomo e Cargas
- 14** Eletrização

- 22** Força Elétrica
- 23** Campo Elétrico
- 31** Potencial Elétrico e Tensão

- 39** Corrente Elétrica
- 45** Resistência
- 49** Leis de Ohm
- 51** Associação de Resistores
- 60** Potência Elétrica e Consumo

1. Este sexto volume se dedica a estudar a **eletricidade**: movimento de cargas e os efeitos dissipativos que ela sofre.

2. Siga os números e depois as suas respectivas setas.

3. Os **exercícios respondidos** estão em verde, os **desafios** estão em laranja. **Boa leitura!**



Unidades de Medida

1. PARA FAZER CIÊNCIA, É NECESSÁRIO SEGUIR ALGUMAS REGRAS BÁSICAS. NA FÍSICA EM GERAL, É COMUM SE UTILIZAR UM PADRÃO PARA AS UNIDADES DE MEDIDA; PARA ISSO FOI CRIADO O SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (S.I.)

2. SÃO 3 GRANDEZAS PRINCIPAIS NO SI: COMPRIMENTO, MASSA E TEMPO.

3. PARA DISTÂNCIA OU COMPRIMENTO É UTILIZADO O METRO (M).

[m]

[kg]

4. PARA MEDIR A MASSA DE UM CORPO, O PADRÃO UTILIZADO É O QUILOGRAMA (KG).

5. E USAREMOS O SEGUNDO (S) PARA MEDIR O TEMPO.

[s]

Márci Azulay
exatas

www.marcioazulayexatas.com

Existem outras unidades do S.I. que veremos mais adiante, são elas:

QUANTIDADE DE MATÉRIA

6×10^{23}

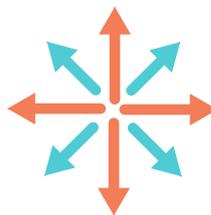
Mol (mol)

TEMPERATURA



Kelvin (K)

PRESSÃO DO GÁS



Pascal (Pa)

CORRENTE ELÉTRICA



Ampere (A)

Todas as outras medidas são derivadas dessas medidas fundamentais.

Por exemplo, para medir a **Pressão** de um gás, usaremos o Pascal, que é uma combinação entre **massa**, **distância** e **tempo**: $[\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}^2]$

Prefixos

É comum também encontrar alguns prefixos nas unidades, eles serão utilizados para substituir números muito **grandes** (como massas de planetas) e até números muito **pequenos** (como distâncias entre átomos). Veja a seguir os principais prefixos usados na física:



O grande

quilo

k₋

10³

mega

M₋

10⁶

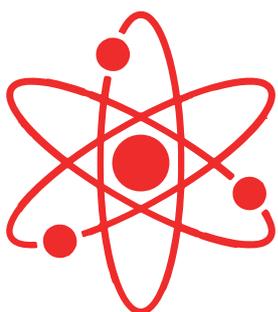
giga

G₋

10⁹

Ex: 2 km = 2 quilômetros = 2×10^3 m
2 MHz = 2 megahertz = 2×10^6 Hz
2 GW = 2 gigawatts = 2×10^9 W

www.marcioazulayexatas.com



O pequeno

mili

m₋

10⁻³

micro

μ₋

10⁻⁶

nano

n₋

10⁻⁹

Ex: 2 ms = 2 milissegundos = 2×10^{-3} s
2 μC = 2 microcoulombs = 2×10^{-6} C
2 nm = 2 nanômetros = 2×10^{-9} m

01 (Respondido) "Em apenas 2 minutos, um carro de 1,2 toneladas consegue percorrer 3,6 quilômetros por uma rodovia."

Transforme todas as medidas do texto anterior para suas respectivas unidades do S.I. (Sistema Internacional de Medidas).

RESOLUÇÃO

Minutos deve ser transformado para segundos, multiplique por 60:

$$2 \text{ min} \times (60) = 120 \text{ s}$$

Toneladas deve ser transformado para quilogramas (kg), multiplique por 1000:

$$1,2 \text{ to} \times (1000) = 1200 \text{ kg}$$

Quilômetros deve ser transformado para metros , multiplique por 1000:

$$3,6 \text{ km} \times (1000) = 3600 \text{ m}$$

02. "Todas as manhãs, João sai de sua casa e caminha por 4 minutos até a padaria; compra 500 g de pão e retorna a sua casa que fica a 0,2 km de distância"

Transforme todas as medidas do texto anterior para suas respectivas unidades do S.I. (Sistema Internacional de Medidas).

03 (Respondido) Substitua os prefixos pelas suas potências de 10 equivalentes:

- a) 1,2 mm
- b) 500 kW

RESOLUÇÃO

a) O prefixo "m" (mili) deve ser substituído por 10^{-3} :

$$1,2 \text{ mm} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \text{metro(s)}$$

b) O prefixo “k” (quilo) deve ser substituído por 10^3 :

$$500 \text{ kW} = 500 \times 10^3 \text{ W} \quad \text{Watt(s)}$$

04. Substitua os prefixos a seguir pelas suas potências de 10 equivalentes:

- a) $10 \mu\text{m}$
- b) $0,2 \text{ kJ}$
- c) 15 nC
- d) $0,1 \text{ mA}$
- e) 5 kJ
- f) 72 GHz

05. (Respondido) Faça as operações a seguir:

a) $10^5 \times 10^{-3}$

b) $10^5 : 10^{-3}$

RESOLUÇÃO

a) Multiplicação com potências de 10: Mantenha a base e some os expoentes:

$$10^5 \times 10^{-3} = 10^{(5) + (-3)} = 10^2$$

b) Divisão com potências de 10: Mantenha a base e subtraia os expoentes:

$$10^5 : 10^{-3} = 10^{(5) - (-3)} = 10^{(5 + 3)} = 10^8$$

06. Faça as operações a seguir:

a) $10^5 \times 10^3$

b) $10^{-1} \times 10^8$

c) $10^{12} \times 10^{-9}$

d) $10^{-4} \times 10^{-7}$

e) $\frac{10^9}{10^4}$

f) $\frac{10^5}{10^{-9}}$

g) $\frac{10^{-3}}{10^3}$

h) $\frac{10^{-1}}{10^{-2}}$

i) $\frac{10^9 \times 10^{-2}}{10^7 \times 10}$

j) $\frac{10^{-4} \times 10^6}{10^{-1} \times 10^7}$

07. (Respondido) Faça as operações a seguir:

a) $3 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-5}$

b) $\frac{3 \times 10^{-3}}{6 \times 10^{-5}}$

RESOLUÇÃO

Faça as operações entre os coeficiente e as potências de 10 separadamente:

a)
$$\begin{aligned} & 3 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-5} \\ & (3 \times 6) \times (10^{-3} \times 10^{-5}) \\ & 18 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

b)
$$\frac{3 \times 10^{-3}}{6 \times 10^{-5}} = \frac{3}{6} \times \frac{10^{-3}}{10^{-5}} = 0,5 \times 10^2$$

08. Faça as operações a seguir:

a) $5 \times 10^{-5} \times 8 \times 10^7$

b) $2,3 \times 10^3 \times 5,1 \times 10^{-9}$

c) $\frac{5 \times 10^{-5}}{2,5 \times 10}$

d) $\frac{15 \times 10^{-8} \times 10^4}{3 \times 10^{-6}}$

RESPOSTAS

02. 4 minutos = 240 s ; 500 gramas = 0,5 kg ; 0,2 km = 200 m

- 04.** a) $10 \mu\text{m} = 10 \times 10^{-6} \text{ m}$ (metros)
b) $0,2 \text{ kJ} = 0,2 \times 10^6 \text{ J}$ (Joules)
c) $15 \text{ nC} = 15 \times 10^{-9} \text{ C}$ (Coulombs)
d) $0,1 \text{ mA} = 0,1 \times 10^{-3} \text{ A}$ (Amperes)
e) $5 \text{ kJ} = 5 \times 10^3 \text{ J}$ (Joules)
f) $72 \text{ GHz} = 72 \times 10^9 \text{ Hz}$ (Hertz)

- 06.** a) 10^8 f) 10^{14}
b) 10^7 g) 10^{-6}
c) 10^3 h) 10^1
d) 10^{-11} i) 10^{-1}
e) 10^5 j) 10^{-4}

- 08.** a) $40 \times 10^2 = 4 \times 10^3$
b) $11,73 \times 10^{-6} = 1,173 \times 10^{-5}$
c) 2×10^{-6}
d) 5×10^2

Átomo e Cargas

1. O ÁTOMO É A ESTRUTURA BÁSICA DA MATÉRIA.

2. ANTES SE ACREDITAVA QUE ELE ERA INDIVISÍVEL; HOJE, SABEMOS QUE ELE É FORMADO POR PARTÍCULAS MENORES: NÊUTRONS, PRÓTONS E ELÉTRONS.

3. NO NÚCLEO, TEMOS OS NÊUTRONS E OS PRÓTONS, PARTÍCULAS COM CARGAS NEUTRAS E POSITIVAS RESPECTIVAMENTE)



Nêutron



Próton

4. JÁ OS ELÉTRONS (CARGAS NEGATIVAS) SE ENCONTRAM EM CONSTANTE MOVIMENTO AO REDOR DO NÚCLEO NA CHAMADA ELETROSFERA.



Elétron

Carga Unitária/Elementar



0 C



+ $1,6 \times 10^{-19}$ C



- $1,6 \times 10^{-19}$ C

1. É A CARGA CONTIDA EM 1 PARTÍCULA APENAS.

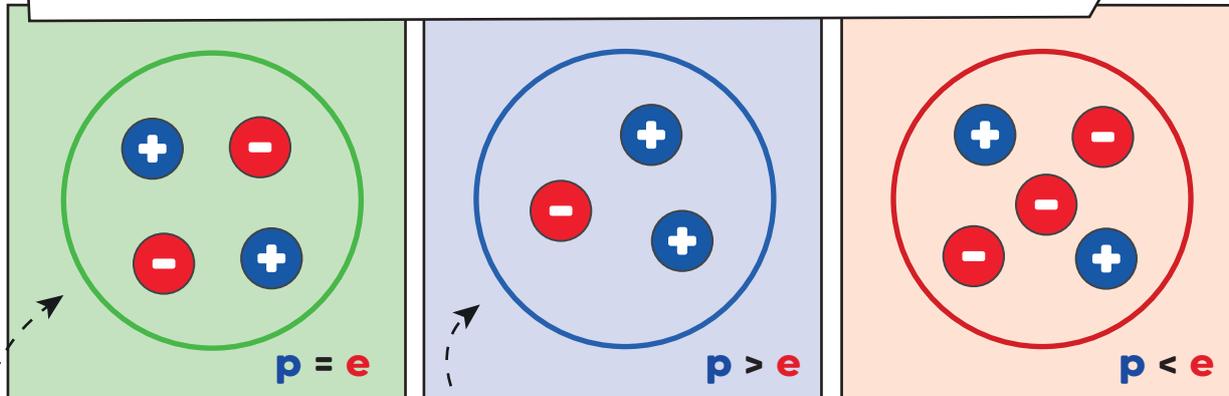
PARA MEDIR CARGAS, USAREMOS A UNIDADE: COULOMBS (C)

2. O NÊUTRON POSSUI CARGA NEUTRA (0)

3. OS PRÓTONS E ELÉTRONS POSSUI CARGAS IGUAIS, MAS COM SINAIS OPOSTOS!

Corpos Eletrizados

1. UM CORPO ESTÁ ELETRIZADO QUANDO POSSUI UMA DIFERENÇA ENTRE O NÚMERO DE PRÓTONS E ELÉTRONS CONTIDOS NELE



2. QUANDO O NÚMERO DE CARGAS POSITIVAS E NEGATIVAS FOREM IGUAIS, ENTÃO TEMOS UM CORPO ELETRICAMENTE NEUTRO

3. SE ESSE CORPO PERDE ELÉTRONS EM ALGUM PROCESSO DE ELETRIZAÇÃO, ELE FICARÁ ELETRICAMENTE POSITIVO.

4. E SE GANHAR ELÉTRONS, ELE FICARÁ CARREGADO NEGATIVAMENTE

OBS: PERCEBA QUE EM NENHUM MOMENTO FOI MENCIONADO O GANHO OU PERDA DE PRÓTONS, ELES NÃO POSSUEM MOBILIDADE DENTRO DA ESTRUTURA; SOMENTE OS ELÉTRONS SE MOVIMENTAM!

5. PARA CALCULAR A CARGA TOTAL (Q), PRECISAREMOS DA DIFERENÇA ENTRE O NÚMERO DE CARGAS POSITIVAS E NEGATIVAS (N), USE A RELAÇÃO AO LADO:

$$Q = n \cdot e$$

[Coulomb - C]

Q: Carga total do corpo [C]
n: Numero de prótons ou elétrons em excesso
e: Carga elementar ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

01. Julgue as afirmações a seguir como falso ou verdadeiro.

- a) Um corpo neutro é aquele que não possui cargas elétricas.
- b) Um corpo carregado positivamente é aquele que ganhou prótons em um processo de eletrização.
- c) O núcleo do átomo é composto por prótons e nêutrons, partículas positivas e neutras respectivamente.
- d) A carga de um elétron é igual a carga do próton, mas com sinal oposto.

02 (Respondido) Um corpo possui um total de 5.000 prótons, 4.500 nêutrons e 6.000 elétrons, responda o que se pede:

- a) Qual é a diferença entre o número de cargas positivas e negativas?
- b) Esse corpo está carregado positivamente ou negativamente?
- c) Qual é a carga total desse corpo? ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

RESOLUÇÃO

a) Ele possui 5.000 prótons (cargas positivas) e 6.000 elétrons (cargas negativas), faça a diferença entre esses valores:

$$n = 6000 - 5000$$
$$n = 1000 \text{ elétrons em excesso}$$

b) Ele possui mais cargas negativas, logo, ele está carregado negativamente.

c) Use a fórmula para a carga total:

$$Q = n \cdot e$$
$$Q = (1000) \cdot (-1,6 \times 10^{-19})$$
$$Q = (10^3) \cdot (-1,6 \times 10^{-19})$$
$$Q = - 1,6 \times 10^{-16} \text{ C}$$

03. Um corpo possui 30.000 prótons, 28.000 nêutrons e 25.000 elétrons, responda o que se pede:

- a) Qual é a diferença entre o número de cargas positivas e negativas?
- b) Esse corpo está carregado positivamente ou negativamente?
- c) Qual é a carga total desse corpo? ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

04. Um corpo possui 4×10^{21} prótons, 6×10^{21} elétrons e 5×10^{21} nêutrons, responda o que se pede:

- Qual é a diferença entre o número de cargas positivas e negativas?
- Esse corpo está carregado positivamente ou negativamente?
- Qual é a carga total desse corpo? ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

05 (Respondido) Um corpo possui carga total de 40 Coulombs, qual é o número de prótons em excesso?

RESOLUÇÃO

Use a fórmula para a carga total, o objetivo será encontrar o valor de "n":

$$Q = n \cdot e$$

Passa "e" para o outro lado da equação e substitua pelos valores numéricos:

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{40}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

A potência de 10 que está no denominador pode passar para o numerador, mas o sinal será trocado para positivo:

$$n = \frac{40}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{40 \cdot 10^{+19}}{1,6}$$

Divida 40 por 1,6:

$$n = 25 \cdot 10^{+19} \text{ prótons em excesso}$$

06. Um corpo possui carga total de 8 Coulombs, qual é o número de prótons em excesso?

07. Um corpo possui carga total de - 12 Coulombs, qual é o número de elétrons em excesso?

08. Um corpo possui carga de 18 nC, qual é o número de prótons em excesso?

RESPOSTAS

01. a) Falso Um corpo neutro é aquele que possui o mesmo número de prótons e elétrons.

b) Falso Um corpo negativo é aquele que perdeu elétrons em um processo de eletrização, os prótons não são transferidos.

c) Verdadeiro

d) Verdadeiro

03. a) $n = 5.000$ prótons ; b) Positivo ; c) $Q = 8 \cdot 10^{-16}$ C

04. a) $n = 2 \cdot 10^{21}$ elétrons ; b) Negativo ; c) $Q = - 3,2 \cdot 10^2 = - 320$ C

06. $n = 5 \cdot 10^{19}$

07. $n = 7,5 \cdot 10^{19}$

08. $n = 11,25 \cdot 10^{10}$ Dica: $18 \text{ nC} = 18 \cdot 10^{-9}$ C

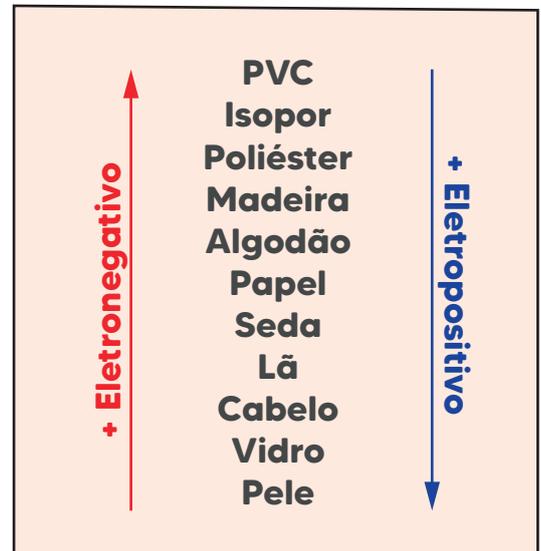
Eletrização

É o processo de ganho ou perda de elétrons; veremos 3 casos de eletrização: **atrito, contato e indução**.

Eletrização por Atrito

1. QUANDO 2 CORPOS NEUTROS DE DIFERENTES MATERIAIS SÃO ATRITADOS ENTRE SI, ESSA ENERGIA CINÉTICA É UTILIZADA PARA ARRANCAR ELÉTRONS DE UM CORPO E ENTREGÁ-LOS PARA O OUTRO.

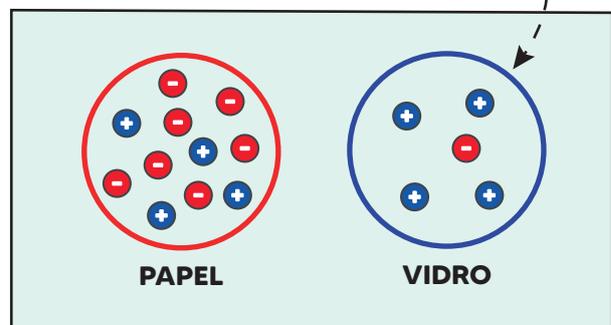
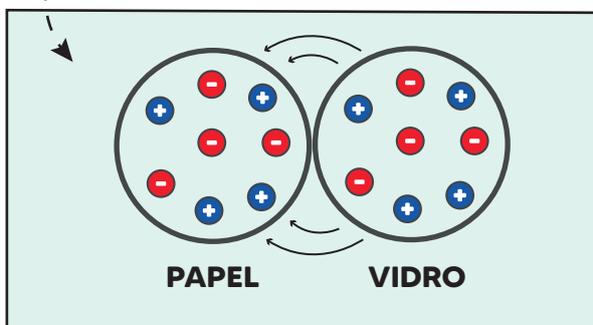
2. USAMOS UMA TABELA PARA ENTENDER ESSE PROCESSO, ELA É CHAMADA DE SÉRIE TRIBOELÉTRICA.



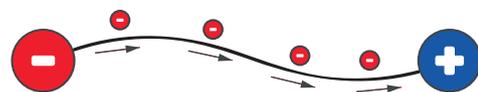
3. ELA MOSTRA DADOS EXPERIMENTAIS DE MATERIAIS MAIS ELETRONEGATIVOS (QUE TENDEM A PUXAR ELÉTRONS PARA SI) ATÉ OS MAIS ELETROPOSITIVOS (QUE TENDEM A PERDER ELÉTRONS).

4. POR EXEMPLO, O PAPEL É MAIS ELETRONEGATIVO QUE O VIDRO, ISSO SIGNIFICA QUE SE ATRITARMOS ELES, HAVERÁ PASSAGEM DE ELÉTRONS DO VIDRO PARA O PAPEL.

5. O VIDRO QUE PERDEU ELÉTRONS FICARÁ CARREGADO POSITIVAMENTE, O PAPEL QUE GANHOU ELÉTRONS FICARÁ CARREGADO NEGATIVAMENTE.



6. PERCEBA QUE NUNCA HAVERÁ MOVIMENTAÇÃO DE PRÓTONS, SOMENTE OS ELÉTRONS POSSUEM MOBILIDADE NA ESTRUTURA



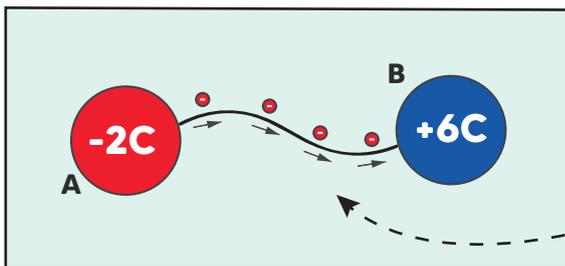
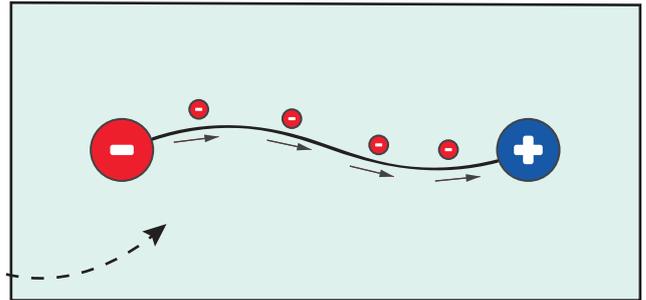
Eletrização por Contato

1. ESSE TIPO DE ELETRIZAÇÃO ACONTECE PELO CONTATO DIRETO ENTRE DOIS OU MAIS CORPOS IGUAIS OU QUANDO LIGADOS POR UM FIO CONDUTOR.

PARA QUE ELE OCORRA, PELO MENOS UM DOS CORPOS DEVE ESTAR CARREGADO POSITIVAMENTE OU NEGATIVAMENTE.

2. OS CORPOS SEMPRE IRÃO TROCAR CARGA ENTRE SI DE MODO QUE OS DOIS ALCANÇEM O EQUILÍBRIO ELETROSTÁTICO.

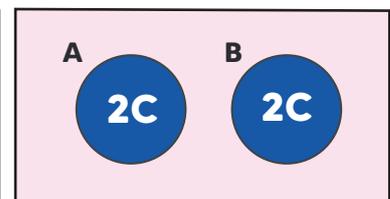
AQUELE CORPO MAIS NEGATIVO SEMPRE IRÁ PERDER ELÉTRONS PARA O CORPO MAIS POSITIVO.



3. COMO EXEMPLO, IMAGINE DOIS CORPOS A E B COM CARGAS DE $-2C$ E $+6C$ RESPECTIVAMENTE QUE ENTRAM EM CONTATO. O CORPO A QUE POSSUI MAIOR CARGA NEGATIVA PERDERÁ ELÉTRONS PARA O CORPO B.

4. A CARGA FINAL DE AMBOS PODERÁ SER ACHADA ATRAVÉS DA MÉDIA ARITMÉTICA ENTRE AS DUAS CARGAS INDIVIDUAIS:

$$Q = \frac{-2C + 6C}{2} = \frac{+4C}{2} = +2C$$



No final, ambos ficarão carregados positivamente com 2 Coulombs cada

5. A FÓRMULA GERAL SERÁ:

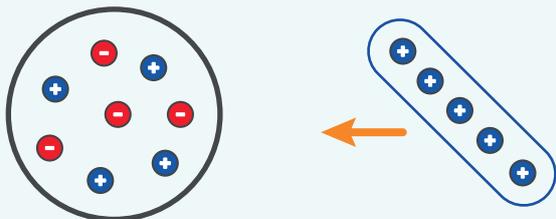
$$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n}{n}$$

Q_1, Q_2, Q_3 : Cargas elétricas [C]
 n : Quantidade de corpos

Eletrização por Indução

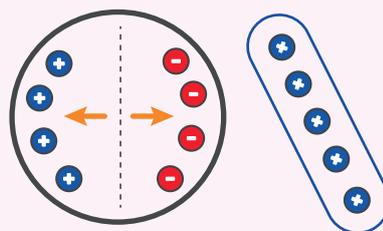
ESSE TIPO DE ELETRIZAÇÃO SERÁ POSSÍVEL GRAÇAS AO PRINCÍPIO DE ATRAÇÃO E REPULSÃO ENTRE CARGAS SEM QUALQUER TIPO DE CONTATO, VEJA O PASSO A PASSO DESSE PROCESSO A SEGUIR:

I - Corpo Neutro



COMEÇAMOS COM UM CORPO NEUTRO, A PARTIR DELE, APROXIMAMOS UM BASTÃO CARREGADO POSITIVAMENTE.

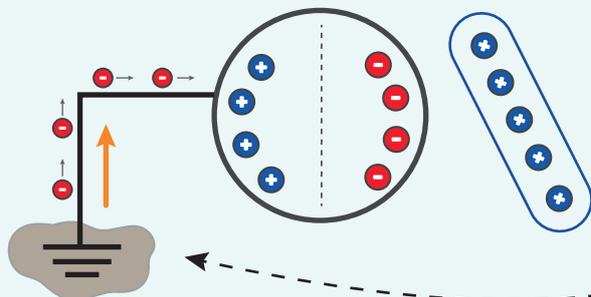
II - Separação de Cargas



AS CARGAS POSITIVAS SERÃO REPELIDAS PELO BASTÃO POSITIVO E SE CONCENTRARÃO NA REGIÃO ESQUERDA DA ESFERA.

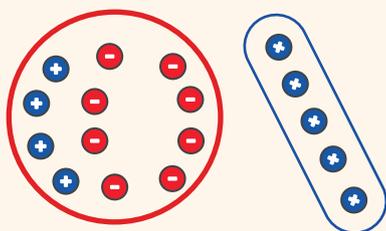
AS CARGAS NEGATIVAS SERÃO ATRAÍDAS PELO BASTÃO E SE ACUMULAM NO LADO DIREITO

III - Aterramento



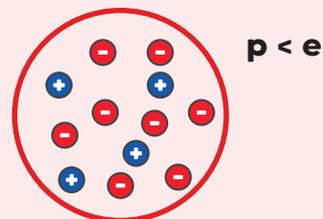
FAREMOS UM ATERRAMENTO* NO LADO ESQUERDO DA ESFERA QUE POSSUI MAIOR QUANTIDADE DE CARGAS POSITIVAS, ELAS IRÃO PUXAR ELÉTRONS DA TERRA A FIM DE SE NEUTRALIZAR.

IV - Excesso de Cargas



DEPOIS DE TER PUXADO AS CARGAS, O ATERRAMENTO DEVE SER INTERROMPIDO, A ESFERA JÁ ESTÁ COM EXCESSO DE CARGAS NEGATIVAS.

V - Reorganização

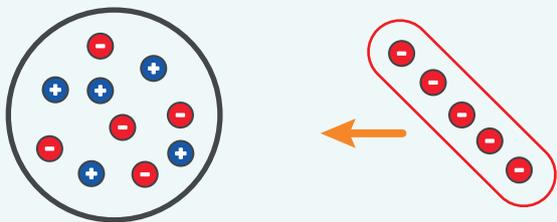


AFASTAMOS O BASTÃO INDUTOR, DESSA FORMA AS CARGAS IRÃO SE REORGANIZAR PELO CORPO QUE ESTÁ CARREGADO NEGATIVAMENTE.

ATERRAMENTO: LIGAÇÃO COM A TERRA COM O OBJETIVO DE SE NEUTRALIZAR AS CARGAS EM EXCESSO

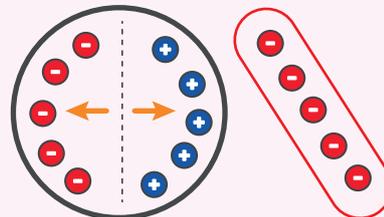
PODEMOS FAZER O MESMO PARA ELETRIZAR UM CORPO POSITIVAMENTE,
PARA ISSO, PRECISAREMOS UTILIZAR UM BASTÃO NEGATIVO

I - Corpo Neutro



COMEÇAMOS COM UM CORPO NEUTRO, A PARTIR DELE, APROXIMAMOS UM BASTÃO CARREGADO NEGATIVAMENTE.

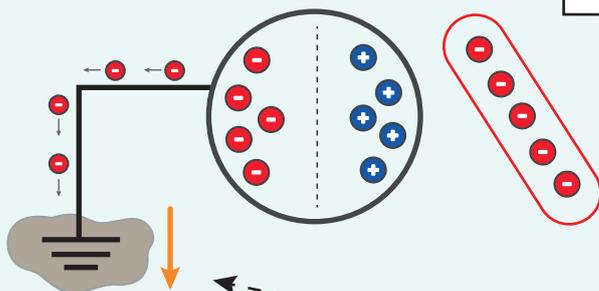
II - Separação de Cargas



AS CARGAS POSITIVAS SERÃO REPELIDAS PELO BASTÃO POSITIVO E SE CONCENTRARÃO NA REGIÃO ESQUERDA DA ESFERA.

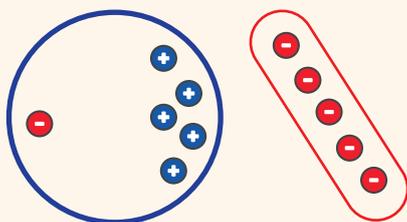
AS CARGAS NEGATIVAS SERÃO ATRAÍDAS PELO BASTÃO E SE ACUMULAM NO LADO DIREITO

III - Aterramento



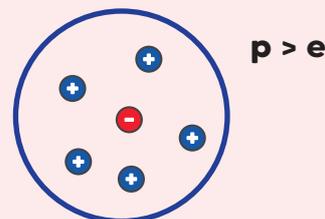
FAREMOS UM ATERRAMENTO NO LADO ESQUERDO DA ESFERA QUE POSSUI MAIOR QUANTIDADE DE CARGAS NEGATIVAS; ESSES ELÉTRONS SERÃO EMPURRADOS PARA A TERRA

IV - Excesso de Cargas



DEPOIS DE TER PERDIDO OS ELÉTRONS, O ATERRAMENTO DEVE SER INTERROMPIDO, A ESFERA JÁ ESTÁ COM EXCESSO DE CARGAS POSITIVAS.

V - Reorganização



AFASTAMOS O BASTÃO INDUTOR, DESSA FORMA, AS CARGAS IRÃO SE REORGANIZAR PELO CORPO QUE ESTÁ CARREGADO POSITIVAMENTE.

PERCEBA QUE AO FINAL DO PROCESSO O CORPO SEMPRE FICARÁ CARREGADO COM A CARGA DIFERENTE DO BASTÃO INDUTOR.

01 (Respondido) Analise a tabela ao lado e responda:

- O que acontecerá quando atritamos um pedaço de lã e um cano PVC?
- Quem ficará carregado positivamente e negativamente após o atrito?

+ Eletronegativo ↑	PVC
	Isopor
	Poliéster
	Madeira
	Algodão
	Papel
	Seda
	Lã
	Cabelo
	Vidro
Pele	

RESOLUÇÃO

- Com a análise da tabela, o PVC é mais eletronegativo que a Lã, logo, o PVC irá puxar os elétrons da lã para si.
- O PVC, receberá elétrons, logo, ficará carregado negativamente. A lã perde elétrons, e ficará carregada positivamente.

02. Analise a tabela ao lado e responda:

- O que acontecerá quando atritamos um pedaço de papel no isopor?
- Quem ficará carregado positivamente e negativamente após o atrito?

03. Analise a tabela ao lado e responda:

- O que acontecerá quando atritamos poliéster com madeira?
- Quem ficará carregado positivamente e negativamente após o atrito?

+ Eletronegativo ↑	PVC
	Isopor
	Poliéster
	Madeira
	Algodão
	Papel
	Seda
	Lã
	Cabelo
	Vidro
Pele	

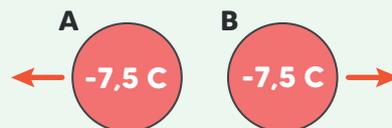
04. (Respondido) Duas esferas iguais A e B estão carregadas com 5C e - 20 C respectivamente. Determine a carga final das duas esferas após o contato entre elas. Elas sofrerão atração ou repulsão após a eletrização?

RESOLUÇÃO

Faça a média aritmética entre as cargas iniciais para achar a carga final:

$$Q = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{(5) + (-20)}{2} = \frac{-15}{2} = -7,5 \text{ C}$$

Os dois corpos ficarão com carga negativa após a eletrização, isso significa que haverá repulsão entre A e B:



- 05.** Duas esferas iguais A e B estão carregadas com 10 C e -60 C respectivamente. Determine a carga final das duas esferas após o contato entre elas. Elas sofrerão atração ou repulsão após a eletrização?
- 06.** Duas esferas iguais A e B estão carregadas com 20 nC e 8 nC respectivamente. Determine a carga final das duas esferas após o contato entre elas. Elas sofrerão atração ou repulsão após a eletrização?
- 07.** Duas esferas iguais A e B estão carregadas com -12 C e -18 C respectivamente. Determine a carga final das duas esferas após o contato entre elas. Elas sofrerão atração ou repulsão após a eletrização?
- 08.** Duas esferas iguais A e B estão carregadas com 0 C e -2 C respectivamente. Determine a carga final das duas esferas após o contato entre elas. Elas sofrerão atração ou repulsão após a eletrização?
- 09.** Três esferas iguais A, B e C estão carregadas com 20 C, 40 C e -30 C respectivamente. Determine a carga final das três esferas após o contato entre elas.
- 10.** Três esferas iguais A, B e C estão carregadas com 20 C, 40 C e -30 C respectivamente. As três esferas passaram pelos seguintes processos:
- 1 - As esferas A e B são postas em contato e depois separadas.
 - 2 - As esferas B e C são postas em contato e depois separadas
 - 3 - As esferas A e C são postas em contato e depois separadas

Qual é a carga final da esfera A após esses processos?

11. Qual é a função principal de um aterramento?

12. **(Respondido)** Duas esferas iguais A e B estão carregadas com 12 C e -20 C respectivamente. Determine:

- A carga final das duas esferas após o contato?
- Quantos elétrons foram passados nesse processo?

RESOLUÇÃO

a) Faça a média aritmética entre as cargas iniciais para achar a carga final:

$$Q = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{(12) + (-20)}{2} = \frac{-8}{2} = -4 \text{ C}$$

b) Encontre a variação da carga em qualquer uma das duas esferas, elas serão iguais:

- A carga de A foi de 12C até -4C, ou seja, uma variação de 16 C
- A carga de B foi de -20C até -4C, ou seja, também uma variação de 16 C

Use a fórmula da carga vista no capítulo anterior:

$$\begin{aligned} Q &= n \cdot e \\ 16 &= n \cdot (-1,6 \times 10^{-19}) \\ n &= 10 \times 10^{19} \text{ C} \\ n &= 10^{20} \text{ elétrons} \end{aligned}$$

13. Duas esferas iguais A e B estão carregadas com 20 C e -4 C respectivamente. Determine:

- A carga final das duas esferas após o contato?
- Quantos elétrons foram passados nesse processo?

14. Duas esferas iguais A e B estão carregadas com -26 C e -10 C respectivamente. Determine:

- A carga final das duas esferas após o contato?
- Quantos elétrons foram passados nesse processo?

RESPOSTAS

02. a) O isopor arrancará elétrons do papel
b) O isopor ficará negativo e o papel ficará positivo

03. a) O poliéster arrancará elétrons da madeira
b) O poliéster ficará negativo e a madeira ficará positiva

05. $Q = -25\text{ C}$

06. $Q = 14\text{ nC}$

07. $Q = -15\text{ C}$

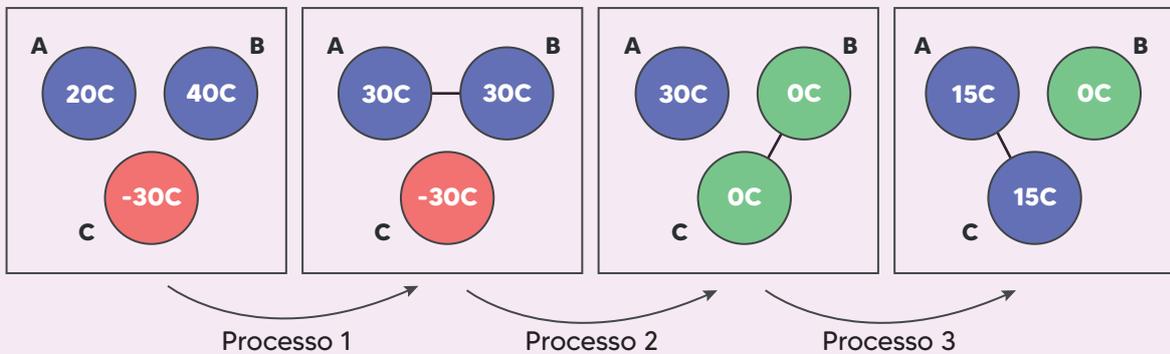
08. $Q = -1\text{ C}$

09. $Q = 10\text{ C}$

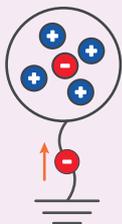
Dica nas questões de 5 a 9:
 As cargas sempre ficarão iguais, por isso
 sempre haverá repulsão entre os dois corpos

Dica: São 3 cargas, logo, divida por 3.

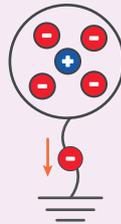
10. $Q_A = 15\text{ C}$



11. Neutralizar qualquer carga em excesso



Se o corpo estiver positivo, ele irá puxar elétrons da terra



Se o corpo estiver negativo, ele irá perder elétrons para a terra

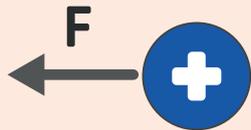
13. a) 8C ; b) A variação foi de 12C, logo, foram passados $7,5 \times 10^{19}$ elétrons

14. a) -18C ; b) A variação foi de 8C, logo, foram passados 5×10^{19} elétrons

Força Eletrostática

1. É A FORÇA DE INTERAÇÃO ENTRE DOIS CORPOS CARREGADOS.

ESSA FORÇA SERÁ DE REPULSÃO QUANDO AS DUAS CARGAS POSSUEM SINAIS IGUAIS (DOIS POSITIVOS OU DOIS NEGATIVOS)



...OU ATRAÇÃO, QUANDO ELAS POSSUEM SINAIS DIFERENTES

2. LEMBRA DA 3ª LEI DE NEWTON? PELO PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO, OS DOIS CORPOS IRÃO SENTIR A MESMA FORÇA, MAS EM SENTIDOS CONTRÁRIOS.

3. A FORÇA ELETROSTÁTICA SERÁ DIRETAMENTE PROPORCIONAL AS CARGAS DOS DOIS CORPOS E INVERSAMENTE PROPORCIONAL AO QUADRADO DA DISTÂNCIA ENTRE ELAS, USE A FÓRMULA PARA CALCULAR ESSA FORÇA:

$$F = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{d^2}$$

[Newtons - N]

Q_1, Q_2 : Cargas elétricas [C]
 d : Distância entre as cargas [m]
 k : Constante eletrostática

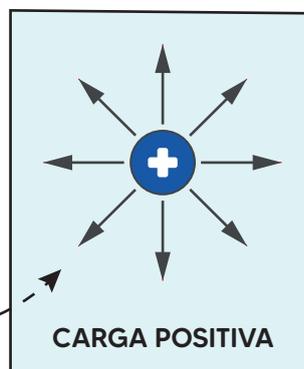
$$k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

4. A CONSTANTE ELETROSTÁTICA (k) NO VÁCUO É DADA POR:

PERCEBEU UMA SEMELHANÇA ENTRE ESSA FÓRMULA E A DA FORÇA GRAVITACIONAL? (VOLUME 3)

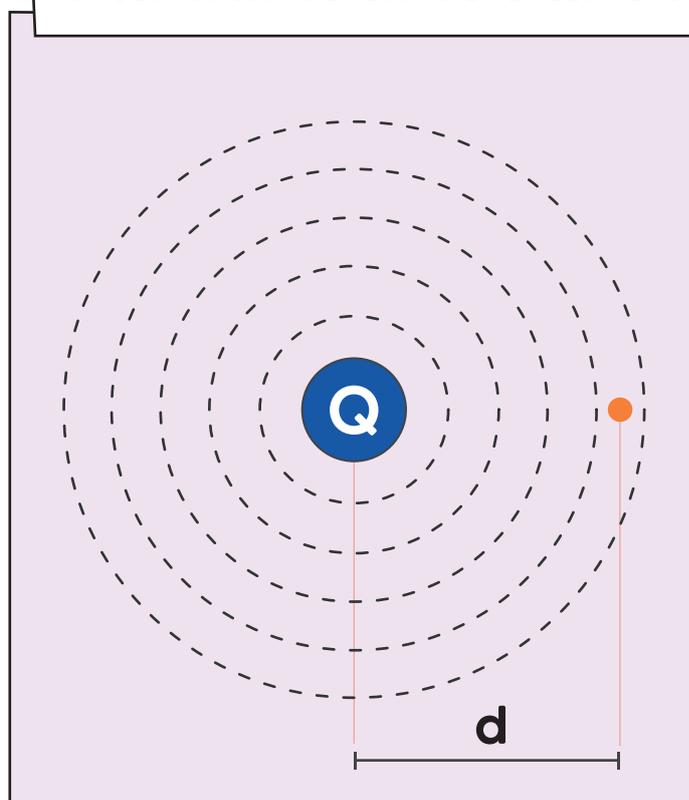
Campo Elétrico

1. TODO CORPO CARREGADO CRIA UM CAMPO DE INFLUÊNCIA ELÉTRICA AO SEU REDOR.



2. QUANDO O CORPO É POSITIVO, AS LINHAS DE CAMPO SÃO DIVERGENTES

E CONVERGENTES QUANDO O CORPO ESTÁ CARREGADO NEGATIVAMENTE



3. PARA CALCULAR O CAMPO GERADO POR UMA CARGA EM UM PONTO QUALQUER, USAREMOS A FÓRMULA:

$$E = k \frac{|Q|}{d^2}$$

[N/C]

www.marcioazulayexatas.com

OUTRA SEMELHANÇA! CAMPO GRAVITACIONAL (VOLUME 3)
E O CAMPO ELÉTRICO POSSUEM FÓRMULAS PARECIDAS.

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$$

01 (Respondido) Determine a força eletrostática entre duas cargas iguais a $4\mu\text{C}$ separadas por uma distância de 50 cm; essa força será de atração ou repulsão?

RESOLUÇÃO

Use a fórmula da força elétrica:

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

$$F = (9 \cdot 10^9) \frac{(4 \cdot 10^{-6}) \cdot (4 \cdot 10^{-6})}{(0,5)^2}$$

$$F = (9 \cdot 10^9) \frac{(4 \cdot 10^{-6}) \cdot (4 \cdot 10^{-6})}{(0,25)}$$

$$F = 576 \cdot 10^{-3}$$

$$F = 0,576 \text{ N}$$

Use o prefixo "micro":
 $4 \mu\text{C} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

Transforme a distância:
 $d = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

As duas cargas são positivas, por isso, a força é de repulsão.



02. Determine a força eletrostática entre duas cargas iguais a $-10 \mu\text{C}$ separadas por uma distância de 30 cm; essa força será de atração ou repulsão?

03. Determine a força eletrostática entre duas cargas de $5\mu\text{C}$ e $-10\mu\text{C}$ separadas por uma distância de 150 cm; essa força será de atração ou repulsão?

04. A força eletrostática sentida por duas cargas de $4\mu\text{C}$ e $-7\mu\text{C}$ é de 25,2 N, qual é a distância entre essas duas cargas?

05. (Respondido) Um corpo está carregado com 3 nC, determine o campo elétrico sentido em um ponto "P" distante de 1 metro a direita dessa carga. O vetor do campo aponta para a direita ou esquerda?



RESOLUÇÃO

Use a fórmula do campo:

$$E = k \frac{Q}{d^2}$$

$$E = (9 \cdot 10^9) \frac{(3 \cdot 10^{-9})}{(1)^2}$$

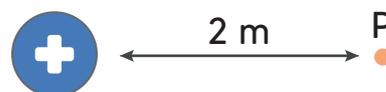
$$E = 27 \text{ N/C}$$

Use o prefixo "nano":
 $3 \text{ nC} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

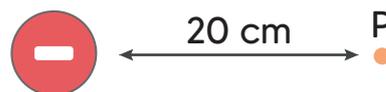
O campo gerado por uma carga positiva é sempre divergente, logo, o campo aponta para a direita no ponto P.



06. Um corpo está carregado com 10 nC, determine o campo elétrico sentido em um ponto "P" distante de 2 metros a direita dessa carga. O vetor do campo aponta para a direita ou esquerda?



07. Um corpo está carregado com -8 nC, determine o campo elétrico sentido em um ponto "P" distante de 20 cm a direita dessa carga. O vetor do campo aponta para a direita ou esquerda?



08. (Respondido) Uma carga negativa com $-5 \mu\text{C}$ foi posta no ponto P com uma distância "d" de uma carga positiva com $50 \mu\text{C}$. Sabe-se que a força elétrica entre os dois corpos é de 9 N. Determine

- a) O campo elétrico sentido no ponto P.
- b) O sentido do campo elétrico em P.
- c) A distância "d" entre as cargas.



RESOLUÇÃO

As fórmulas da força e do campo elétrico são bem parecidas, e por isso podem ser relacionadas pela fórmula ao lado: ("q" é a carga que está no ponto P)

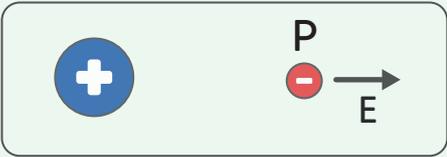
$$F = E \cdot q$$

a) Use a relação entre a força e o campo:

$$F = E \cdot q$$

$$9 = E \cdot (5 \cdot 10^{-6})$$

$$E = 1,8 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$



b) A carga positiva gera um campo divergente, no ponto P esse campo aponta para a direita.

c) Use a fórmula da força para encontrar a distância "d":

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

$$9 = (9 \cdot 10^9) \frac{(50 \cdot 10^{-6}) \cdot (5 \cdot 10^{-6})}{d^2}$$

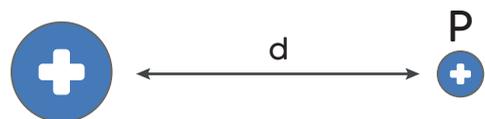
$$9 = \frac{2250 \cdot 10^{-3}}{d^2}$$

$$d^2 = 0,25$$

$$d = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

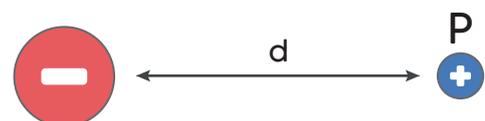
09. Uma carga positiva com $6 \mu\text{C}$ foi posta no ponto P com uma distância "d" de uma carga positiva com $30 \mu\text{C}$. Sabe-se que a força elétrica entre os dois corpos é de 18 N. Determine

- a) O campo elétrico sentido no ponto P.
- b) O sentido do campo elétrico em P.
- c) A distância "d" entre as cargas.

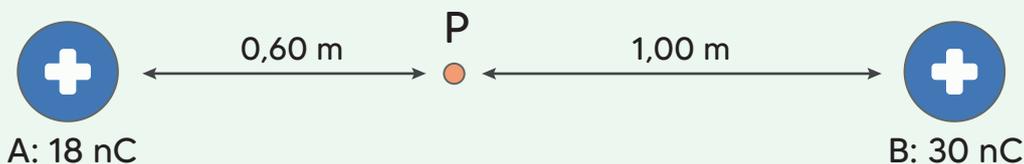


10. Uma carga positiva com $4 \mu\text{C}$ foi posta no ponto P com uma distância "d" de uma carga negativa com $-20 \mu\text{C}$. Sabe-se que a força elétrica entre os dois corpos é de 50 N. Determine

- a) O campo elétrico sentido no ponto P.
- b) O sentido do campo elétrico em P.
- c) A distância "d" entre as cargas.



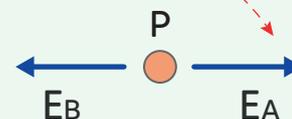
11. (Respondido) Um ponto "P" foi marcado entre dois corpos positivos A e B com cargas de 18 nC e 30 nC respectivamente como mostra a figura abaixo, determine o campo elétrico resultante no ponto P.



RESOLUÇÃO

A carga A (positiva) gera um campo elétrico (E_A) que aponta para a direita no ponto P

A carga B (positiva) gera um campo elétrico (E_B) que aponta para a esquerda no ponto P



Ache o campo gerado por A:

$$E_A = k \frac{Q}{d^2}$$

$$E_A = (9 \cdot 10^9) \frac{(18 \cdot 10^{-9})}{(0,6)^2}$$

$$E_A = 450 \text{ N/C}$$

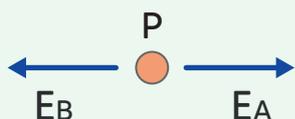
E o campo gerado por B:

$$E_B = k \frac{Q}{d^2}$$

$$E_B = (9 \cdot 10^9) \frac{(30 \cdot 10^{-9})}{(1)^2}$$

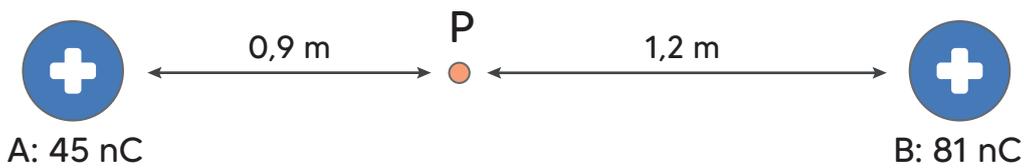
$$E_B = 270 \text{ N/C}$$

Perceba que os campos possuem sentidos contrários, para achar o campo resultante, faça a diferença entre esses valores:

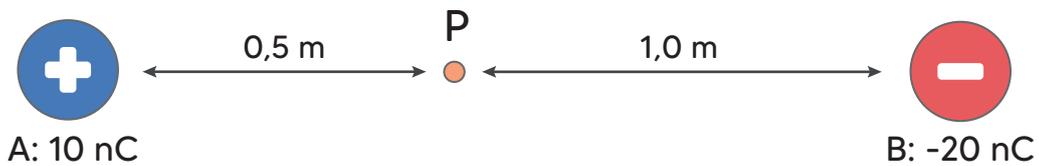


$$E = E_A - E_B = 450 - 270 = 180 \text{ N/C}$$

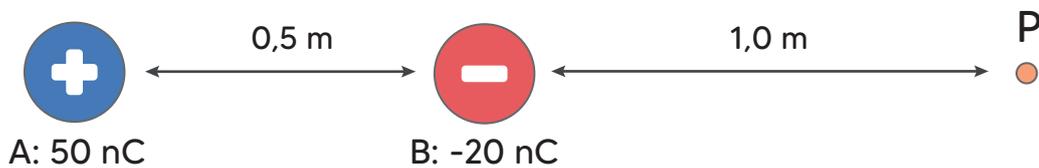
12. Um ponto "P" foi marcado entre dois corpos positivos A e B com cargas de 45 nC e 81 nC respectivamente como mostra a figura abaixo, determine o campo elétrico resultante no ponto P.



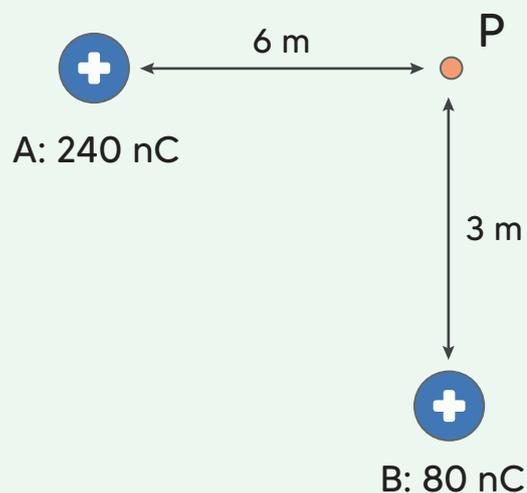
13. Um ponto "P" foi marcado entre dois corpos A e B com cargas de 10 nC e -20 nC respectivamente como mostra a figura abaixo, determine o campo elétrico resultante no ponto P.



14. Um ponto "P" foi marcado a direita de dois corpos A e B com cargas de 50 nC e -20 nC respectivamente como mostra a figura abaixo, determine o campo elétrico resultante no ponto P.



15. (Respondido) Um ponto "P" foi marcado próximo a dois corpos A e B com cargas de 240 nC e 80 nC respectivamente como mostra a figura abaixo. Qual é o campo elétrico resultante no ponto P?



RESOLUÇÃO

Ache o campo gerado por A:

$$E_A = k \frac{Q}{d^2}$$

$$E_A = (9 \cdot 10^9) \frac{(240 \cdot 10^{-9})}{(6)^2}$$

$$E_A = 60 \text{ N/C}$$

E o campo gerado por B:

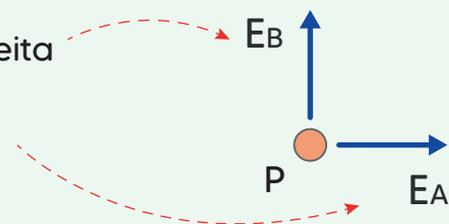
$$E_B = k \frac{Q}{d^2}$$

$$E_B = (9 \cdot 10^9) \frac{(80 \cdot 10^{-9})}{(3)^2}$$

$$E_B = 80 \text{ N/C}$$

O campo gerado por A aponta para a direita

O campo gerado por B aponta para cima



Os dois vetores são ortogonais (que possuem um ângulo de 90° entre eles); nesses casos, use o Teorema de Pitágoras para encontrar o campo resultante:

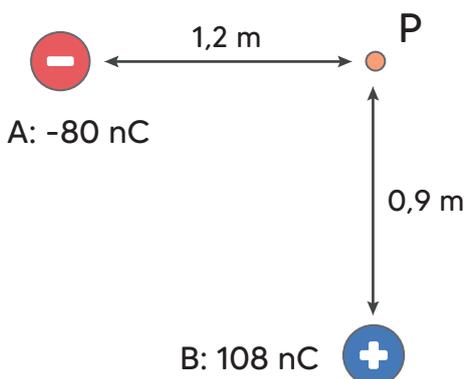
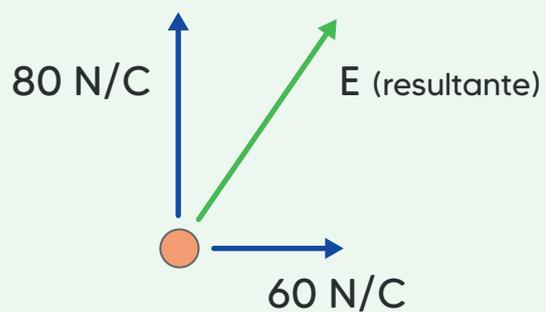
$$(E_R)^2 = (E_A)^2 + (E_B)^2$$

$$(E_R)^2 = (60)^2 + (80)^2$$

$$(E_R)^2 = 3600 + 6400$$

$$(E_R)^2 = 10000$$

$$E_R = 100 \text{ N/C}$$



16. Um ponto "P" foi marcado próximo a dois corpos A e B com cargas de -80 nC e 108 nC respectivamente como mostra a figura ao lado. Qual é o campo elétrico resultante no ponto P?

RESPOSTAS

02. F = 10 N (repulsão) $F = (9 \cdot 10^9) \frac{(10 \cdot 10^{-6}) \cdot (10 \cdot 10^{-6})}{(0,3)^2}$

03. F = 0,2 N (atração) $F = (9 \cdot 10^9) \frac{(5 \cdot 10^{-6}) \cdot (10 \cdot 10^{-6})}{(1,5)^2}$

04. d = 10 m $25,2 = (9 \cdot 10^9) \frac{(4 \cdot 10^{-6}) \cdot (7 \cdot 10^{-6})}{d^2}$

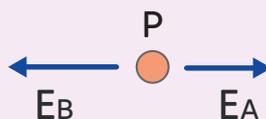
06. E = 22,5 N/C (direita) $E = (9 \cdot 10^9) \frac{(10 \cdot 10^{-9})}{(2)^2}$

07. E = 1800 N/C (esquerda) $E = (9 \cdot 10^9) \frac{(8 \cdot 10^{-9})}{(0,2)^2}$

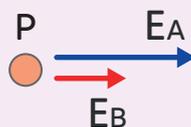
09. a) E = 3 · 10⁶ N/C
b) Direita
c) d = 0,3 m = 30 cm $18 = (9 \cdot 10^9) \frac{(6 \cdot 10^{-6}) \cdot (30 \cdot 10^{-6})}{d^2}$

10. a) E = 12,5 · 10⁶ N/C
b) Esquerda
c) d = 0,12 m = 12 cm $50 = (9 \cdot 10^9) \frac{(4 \cdot 10^{-6}) \cdot (20 \cdot 10^{-6})}{d^2}$

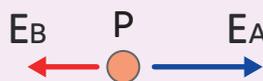
12. E = E_A - E_B
E = 500 - 506,25
E = - 6,26 N/C



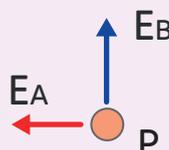
13. E = E_A + E_B
E = 360 + 180
E = 540 N/C



14. E = E_A - E_B
E = 200 - 180
E = 20 N/C



16. E² = E_A² + E_B²
E² = 500² + 1200²
E = 1300 N/C



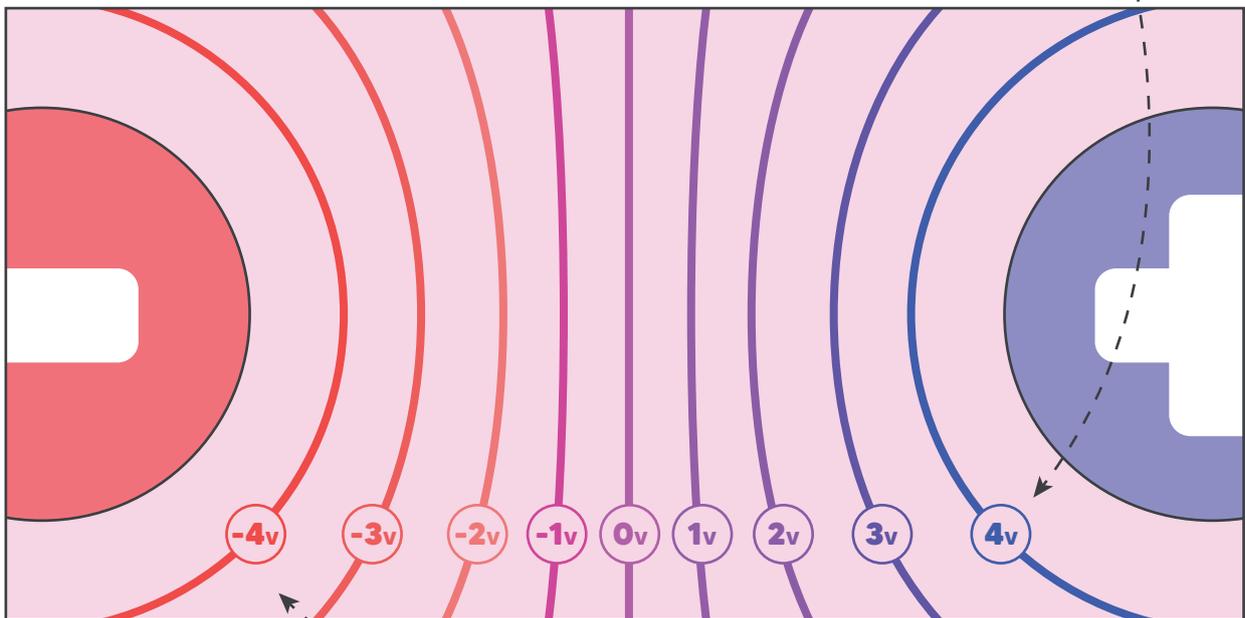
Potencial Elétrico

1. É UMA GRANDEZA ESCALAR, DIFERENTE DA FORÇA E CAMPO ELÉTRICO VISTOS ANTERIORMENTE (QUE SÃO GRANDEZAS VETORIAIS).

ELE É DEFINIDO COMO A CAPACIDADE DE UM CORPO ELETRIZADO (Q) DE MOVIMENTAR CARGAS A SUA VOLTA.

2. O DESENHO A SEGUIR MOSTRA VÁRIAS LINHAS EQUIPOTENCIAIS*

QUANTO MAIS PERTO DE UMA CARGA POSITIVA, MAIOR SERÁ A INTENSIDADE DESSE POTENCIAL



3. E REGIÕES MAIS PRÓXIMAS DA CARGA NEGATIVA SÃO PONTOS DE BAIXO POTENCIAL.

$$V = k \frac{Q}{d}$$

[Volts - V]

k: Constante Elétrica do Meio
Q: Carga Elétrica [C]
d: Distância da Carga [m]

4. PARA CALCULAR O POTENCIAL ELÉTRICO (EM VOLTS) DE UMA REGIÃO, USE A FÓRMULA:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \dots$$

5. E QUANTO MAIS CORPOS ELETRIZADOS EXISTIREM, MAIS POTENCIAIS DEVEM SER SOMADOS NAQUELE PONTO

*Equipotencial: Região em que todos os pontos possuem mesmo potencial elétrico

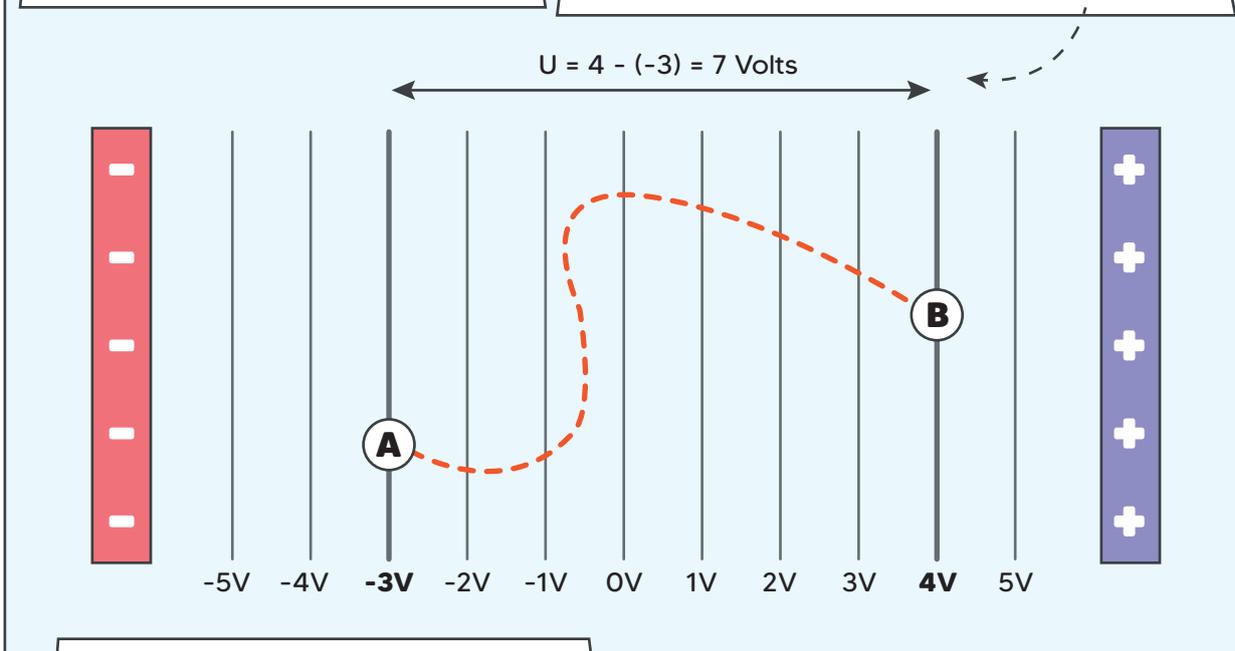
*Grandeza Escalar: Representadas apenas pelo seu valor numérico. (Tempo, Temperatura)

*Grandeza Vetorial: São vetores, possuem intensidade, direção e sentido (Força, Velocidade)

Diferença de Potencial

1. TAMBÉM É CHAMADA DE TENSÃO ELÉTRICA OU D.D.P.

2. NO EXEMPLO, ENTRE OS PONTOS A E B EXISTE UMA TENSÃO DE 7 VOLTS



3. PARA ACHAR A D.D.P. SEMPRE SUBTRAIA O PONTO DE MAIOR POTENCIAL COM O MENOR

$$U = V_{\text{maior}} - V_{\text{menor}}$$

ESSA SERÁ UMA GRANDEZA MUITO IMPORTANTE PARA CALCULAR A ENERGIA ASSOCIADA AO MOVIMENTO DE CARGAS (CORRENTE ELÉTRICA)

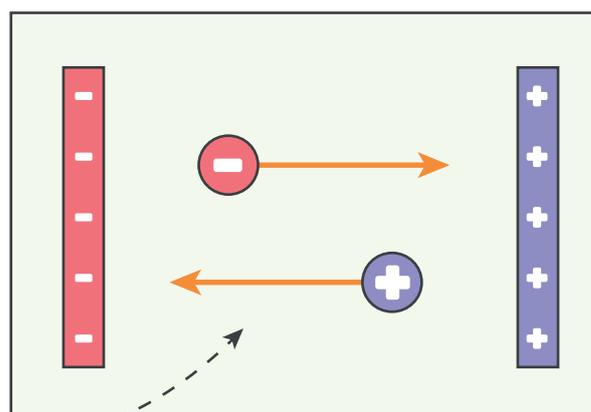
Trabalho Elétrico

1. É A ENERGIA ASSOCIADA AO MOVIMENTO DE CARGAS ENTRE REGIÕES DE DIFERENTES POTENCIAIS

2. UMA CARGA POSITIVA, SEMPRE SERÁ PUXADA PARA UMA REGIÃO DE MENOR POTENCIAL DE FORMA ESPONTÂNEA.

E A CARGA NEGATIVA FAZ O CAMINHO INVERSO, SEMPRE EM DIREÇÃO A REGIÃO DE MAIOR POTENCIAL

3. PARA CALCULAR O TRABALHO:



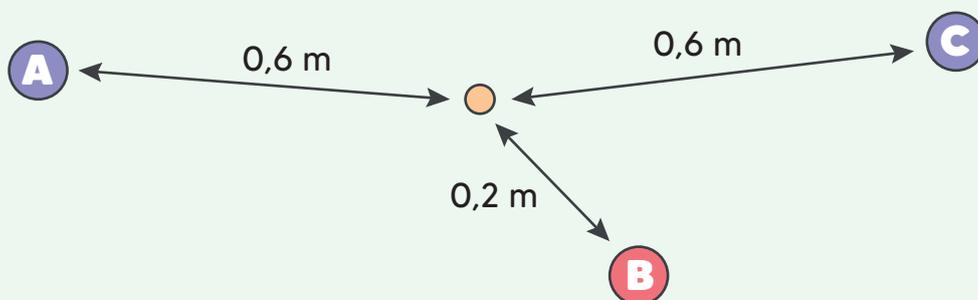
$$W = U \cdot q$$

[Joules - J]

U: Tensão [Volts]

q: Carga em Movimento [C]

01. (Respondido) Um ponto P foi marcado entre 3 cargas "A", "B" e "C" com cargas iguais a 3 nC, -5 nC e 8 nC, as distâncias estão mostradas no desenho abaixo.



Determine:

- O Potencial Elétrico gerado pelas cargas A, B e C no ponto P.
- O Potencial Resultante no ponto P.

RESOLUÇÃO

- Use a fórmula do Potencial Elétrico:

Carga A

$$V_A = k \frac{Q_A}{d_A} \quad V_A = (9 \cdot 10^9) \frac{(3 \cdot 10^{-9})}{(0,6)} \quad V_A = 45 \text{ V}$$

Carga B

$$V_B = k \frac{Q_B}{d_B} \quad V_B = (9 \cdot 10^9) \frac{(-5 \cdot 10^{-9})}{(0,2)} \quad V_B = -225 \text{ V}$$

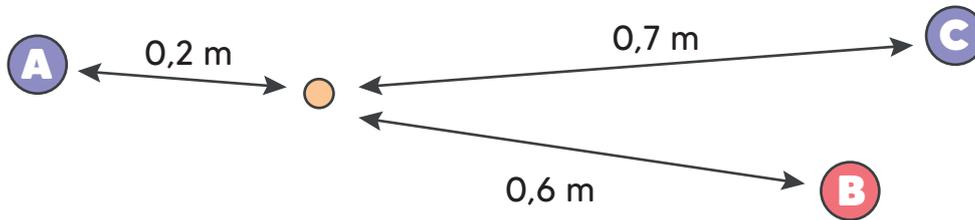
Carga C

$$V_C = k \frac{Q_C}{d_C} \quad V_C = (9 \cdot 10^9) \frac{(8 \cdot 10^{-9})}{(0,6)} \quad V_C = 120 \text{ V}$$

- Some os Potenciais para achar o valor resultante:

$$V_R = V_A + V_B + V_C = 45 - 225 + 120 = -60 \text{ V}$$

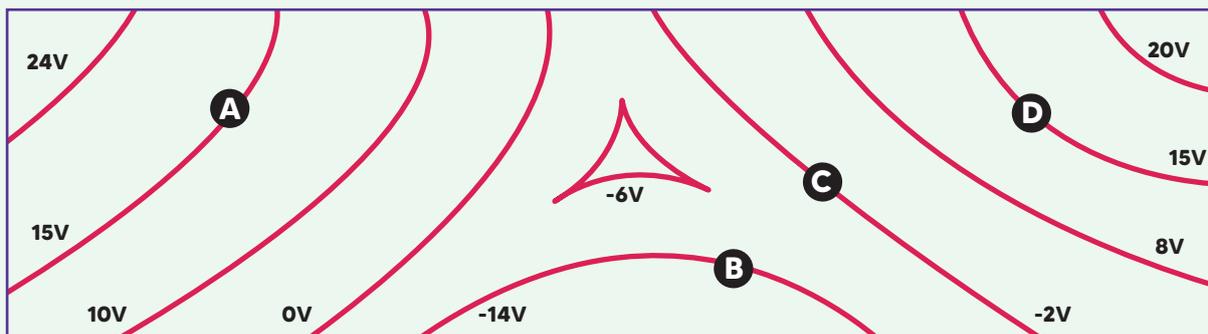
02. Um ponto P foi marcado entre 3 cargas "A", "B" e "C" com cargas iguais a 5 nC, -2 nC e 14 nC, as distâncias estão mostradas no desenho abaixo.



Determine:

- O Potencial Elétrico gerado pelas cargas A, B e C no ponto P.
- O Potencial Resultante no ponto P.

03. (Respondido) A figura a seguir mostra zonas equipotenciais e 4 pontos foram marcados:



Determine:

- O potencial elétrico nos pontos A, B, C e D.
- A diferença de potencial entre os pontos B e C
- A tensão entre os pontos A e D

RESOLUÇÃO

a) O potencial nos pontos são:

$$V_A = 15V \quad V_B = -14V \quad V_C = -2V \quad V_D = 15V$$

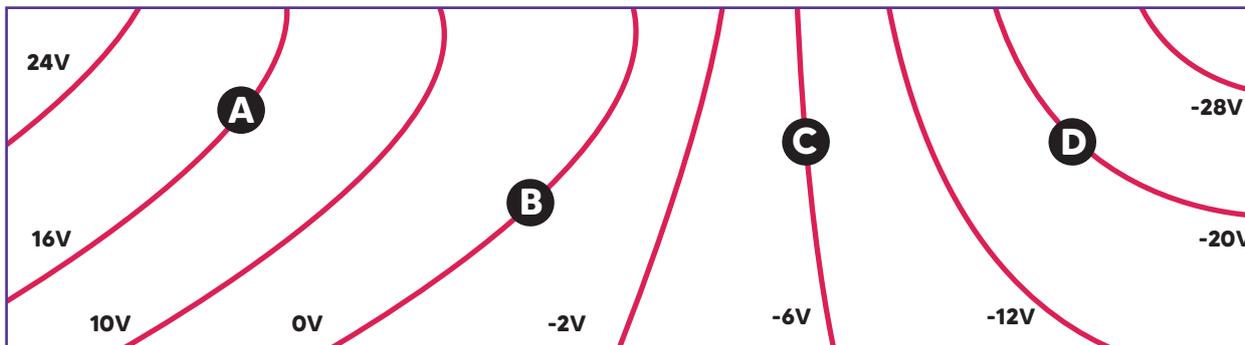
b) O potencial no ponto C é maior que o ponto B:

$$U = V_C - V_B = (-2) - (-14) = -2 + 14 = 12V$$

c) Os dois potenciais são iguais, logo, A diferença é zero:

$$U = V_A - V_D = 15 - 15 = 0V$$

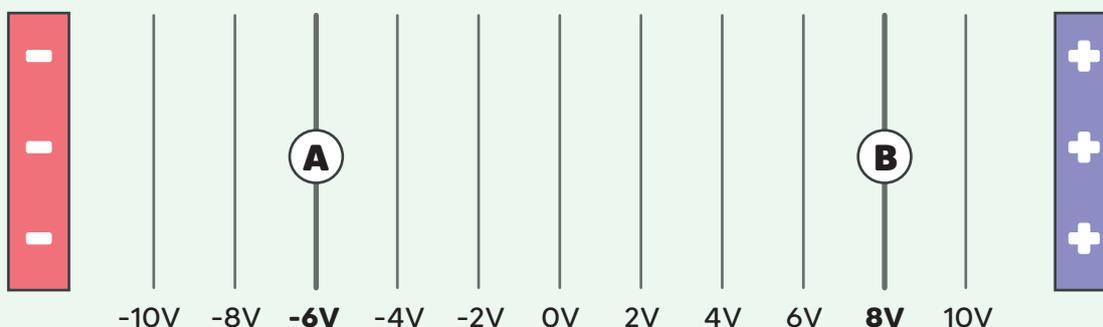
04. A figura a seguir mostra zonas equipotenciais e 4 pontos foram marcados:



Determine:

- O potencial elétrico nos pontos A, B, C e D.
- A tensão entre os pontos A e C
- A tensão entre os pontos B e D
- Se um elétron fosse solto no ponto C, ele iria se movimentar de forma espontânea para a direita ou esquerda?

05. (Respondido) A figura a seguir mostra zonas equipotenciais e 2 pontos foram marcados:



Determine:

- A tensão entre os pontos A e B.
- Determine o trabalho para movimentar uma carga de 5C entre os pontos A e B
- Se essa carga for positiva, o caminho $A \Rightarrow B$ é espontâneo ou necessitamos de uma força externa?

RESOLUÇÃO

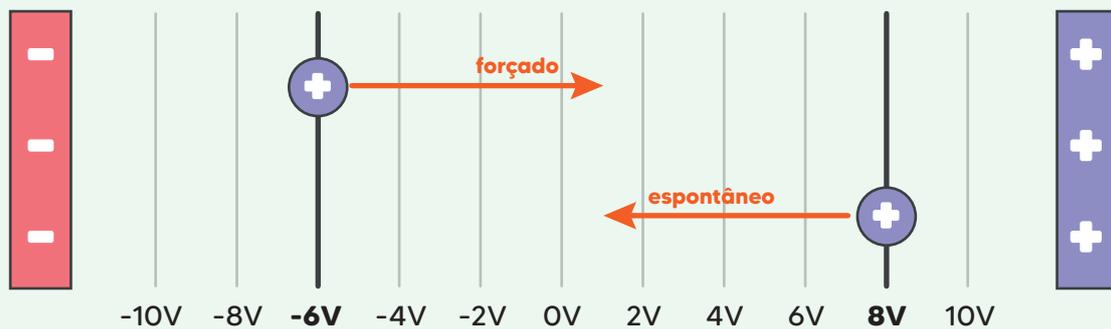
a) O potencial no ponto B é maior que o ponto A:

$$U = V_B - V_A = (+8) - (-6) = 8 + 6 = 14 \text{ V}$$

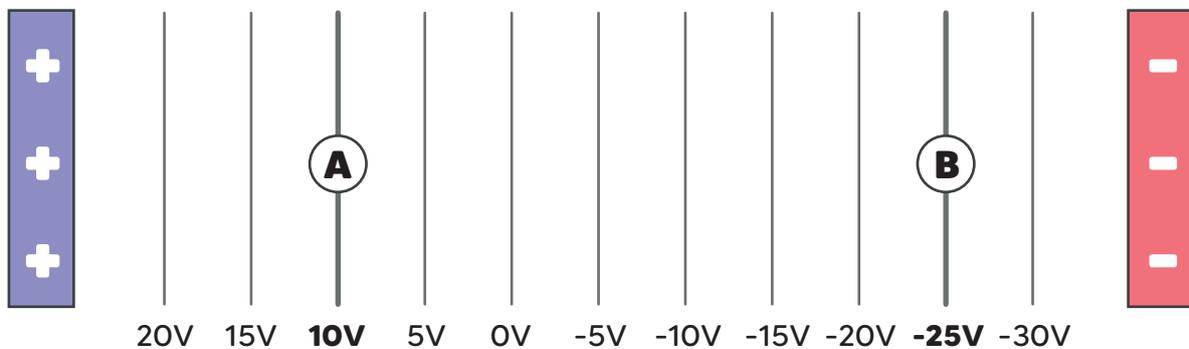
b) Use a fórmula do Trabalho:

$$W = U \cdot q = (14) \cdot (5) = 70 \text{ Joules}$$

c) Uma carga positiva sempre vai de forma espontânea em direção a região que possui de menor potencial (de B para A), logo, seria necessário uma força externa para movimentar essa carga de A para B.



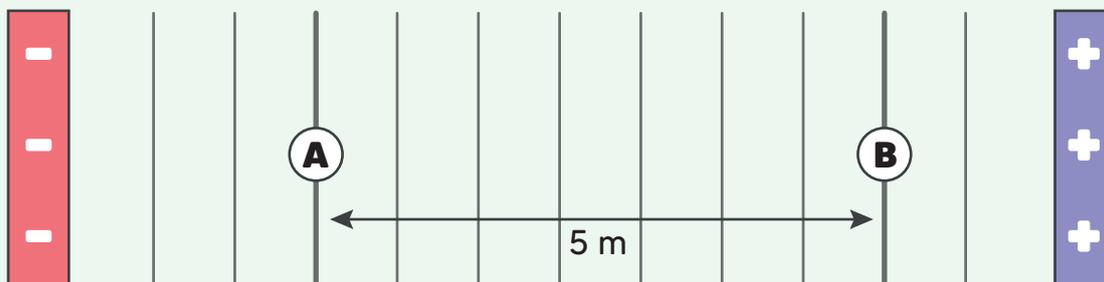
06. A figura a seguir mostra zonas equipotenciais e 2 pontos foram marcados:



Determine:

- A tensão entre os pontos A e B.
- Determine o trabalho para movimentar uma carga de 0,1 C entre os pontos A e B
- Se essa carga for positiva, o caminho $A \Rightarrow B$ é espontâneo ou necessitamos de uma força externa?
- Se essa carga for negativa, o caminho $A \Rightarrow B$ é espontâneo ou necessitamos de uma força externa?

07. (Respondido) A figura a seguir mostra zonas equipotenciais e 2 pontos foram marcados com uma distância de 5 metros entre eles:



Sabendo que existe um Campo Elétrico constante de 10 N/C entre as placas, determine o trabalho para movimentar uma carga positiva com 7 C de carga do ponto A ao ponto B.

RESOLUÇÃO

As fórmulas do Potencial e do Campo Elétrico são bem parecidas, e por isso podem ser relacionadas pela fórmula abaixo:
("d" é o deslocamento da carga)

$$U = E \cdot d$$

$$U = (10) \cdot (5) = 50 \text{ V}$$

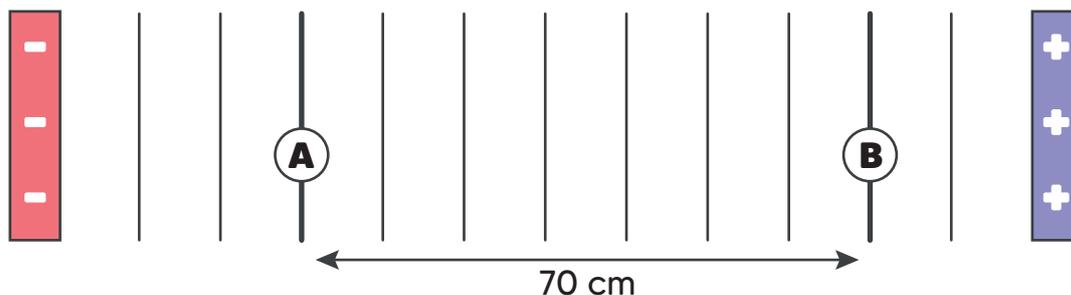
$$V = k \frac{Q}{d}$$

$$E = k \frac{Q}{d^2}$$

Use a fórmula do Trabalho (esse é um movimento forçado):

$$W = U \cdot q = (50) \cdot (7) = 350 \text{ Joules}$$

08. A figura a seguir mostra zonas equipotenciais e 2 pontos foram marcados com uma distância de 70 cm entre eles:



Sabendo que existe um Campo Elétrico constante de 16 N/C entre as placas, determine o trabalho para movimentar uma carga positiva com 4 C do ponto A ao ponto B.

- 09.** Determine o trabalho necessário para deslocar em 20cm uma carga de 40C paralelo a um campo elétrico constante de 20 N/C.
- 10.** Determine o trabalho necessário para deslocar em 20cm uma carga de 40C perpendicular a um campo elétrico constante de 20 N/C.

RESPOSTAS

02. a) $V_A = 225 \text{ V}$; $V_B = -30 \text{ V}$; $V_C = 180 \text{ V}$
 b) $V_R = 375 \text{ V}$

04. a) $V_A = 16 \text{ V}$; $V_B = 0 \text{ V}$; $V_C = -6 \text{ V}$; $V_D = -20 \text{ V}$
 b) $U = 22 \text{ V}$
 c) $U = 20 \text{ V}$
 d) **Esquerda**

Dica: Cargas negativas se movimentam para pontos de potencial positivo de forma espontânea

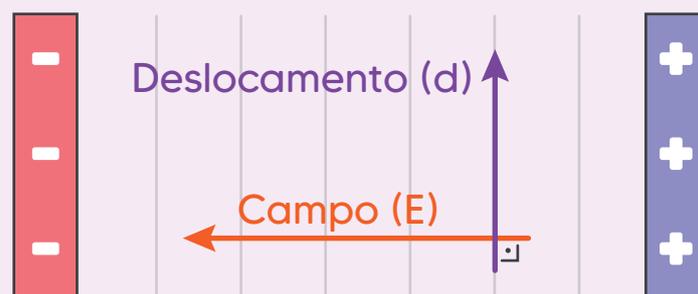
06. a) $U = 35 \text{ V}$
 b) $W = 3,5 \text{ J}$
 c) **Espontâneo**
 d) **Forçado**

08. $W = 44,8 \text{ J}$ Dica: Movimento forçado

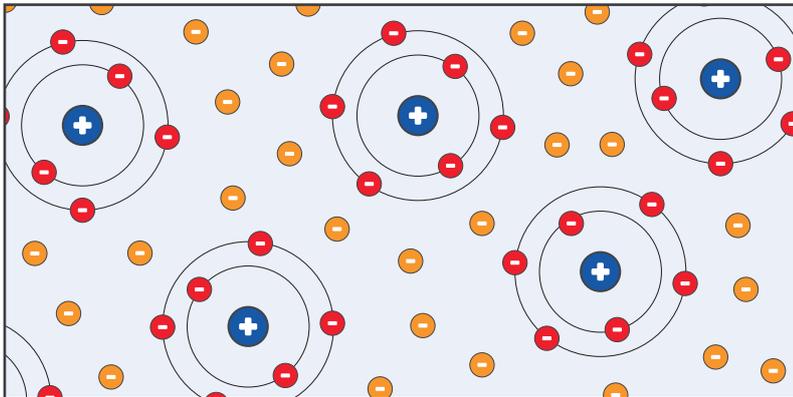
09. $W = 160 \text{ J}$

10. $W = 0 \text{ J}$

Dica: Se o movimento é perpendicular ao vetor do campo, estaremos nos movimentando por uma linha equipotencial. Quando a diferença de potencial é nula, o trabalho também é nulo.

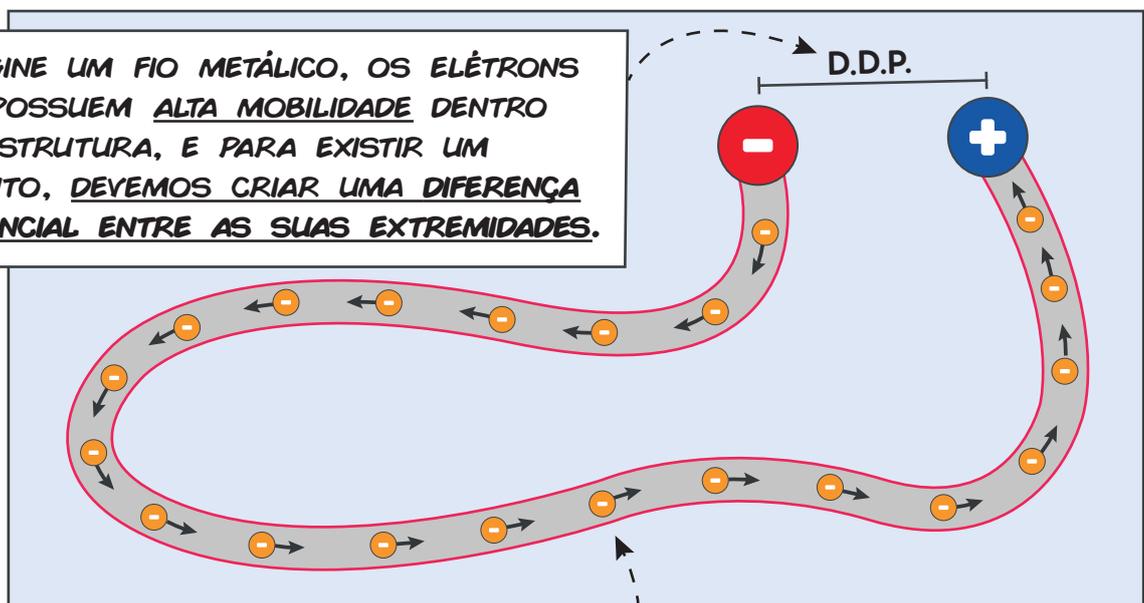


Corrente Elétrica



1. LIGAÇÕES METÁLICAS SÃO CONHECIDAS POR FORMAREM UMA NIVEM DE ELÉTRONS, OU ELÉTRONS LIVRES. ○

2. IMAGINE UM FIO METÁLICO, OS ELÉTRONS LIVRES POSSUEM ALTA MOBILIDADE DENTRO DESSA ESTRUTURA, E PARA EXISTIR UM MOVIMENTO, DEVEMOS CRIAR UMA DIFERENÇA DE POTENCIAL ENTRE AS SUAS EXTREMIDADES.



3. ESSES ELÉTRONS (CARGAS NEGATIVAS) IRÃO SE MOVIMENTAR ORDENADAMENTE PELO FIO, SEMPRE SAINDO DO PONTO DE MENOR POTENCIAL (POLO -) PARA O PONTO DE MAIOR POTENCIAL (POLO +).

4. O MOVIMENTO ORDENADO DE CARGAS NO INTERIOR DO FIO É O QUE CHAMAMOS DE CORRENTE ELÉTRICA.

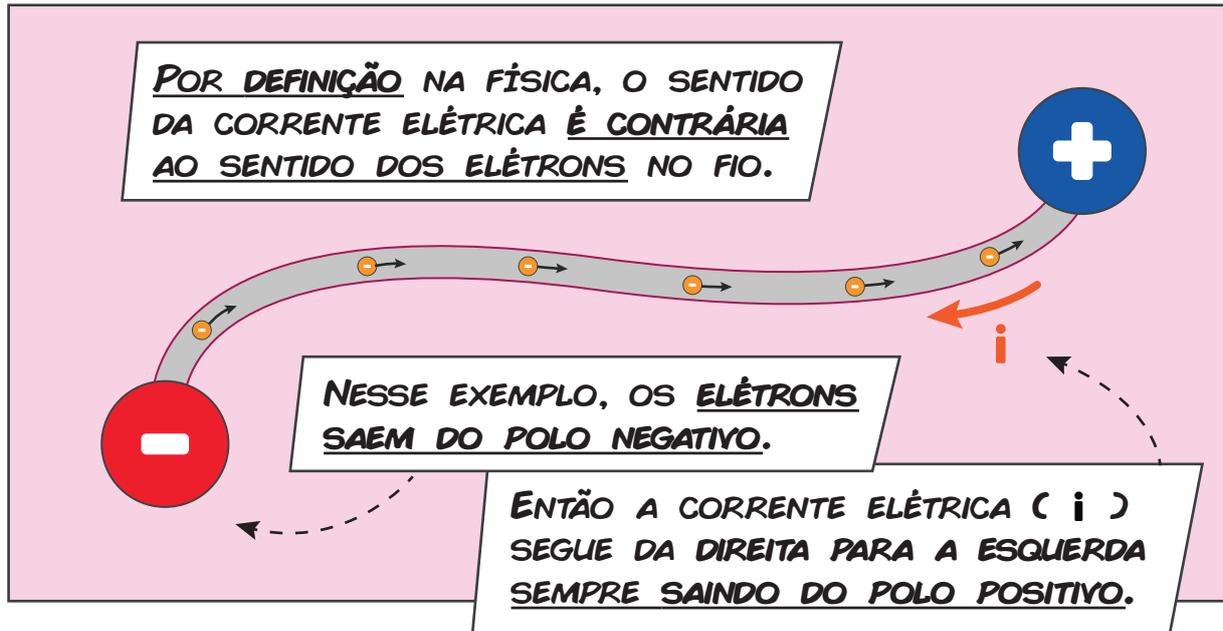
5. A CORRENTE ELÉTRICA MEDE A QUANTIDADE DE CARGA (EM COULOMBS) QUE PASSA NO FIO EM UM CERTO TEMPO, VEJA A FÓRMULA ABAIXO:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

[Ampere - A]

6. A CORRENTE ELÉTRICA É MEDIDA EM COULOMBS POR SEGUNDO, OU AMPERE (A).

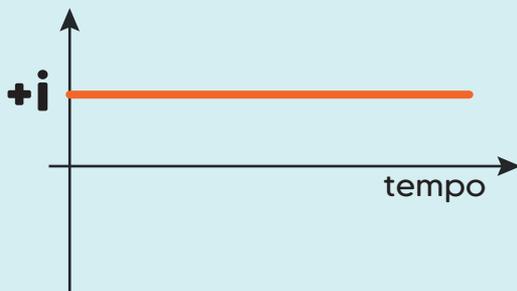
ΔQ : Variação de Carga Elétrica [C]
 Δt : Variação do Tempo [s]



Tipos de Corrente

Corrente Direta

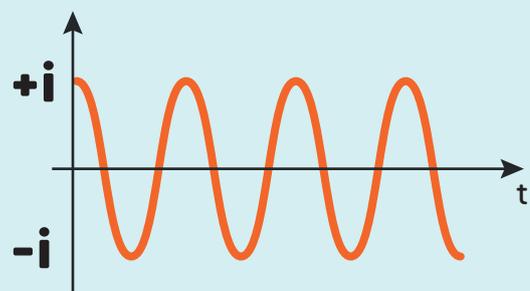
SÃO CORRENTES QUE SEGUEM SEMPRE O MESMO SENTIDO DENTRO DO FIO. OS POLOS POSITIVO E NEGATIVO SÃO FIXOS DENTRO DO CIRCUITO.



É USADA EM CIRCUITOS PEQUENOS COMO OS DE CARROS, CONTROLES REMOTOS, BRINQUEDOS E ATÉ O SEU TELEFONE CELULAR

Corrente Alternada

SÃO CORRENTES QUE MUDAM O SENTIDO PERIODICAMENTE DENTRO DO FIO (VAI E VOLTA). OS POLOS SE ALTERNAM CONSTANTEMENTE.



É USADA EM CIRCUITOS DE LONGO ALCANCE, PARA ALIMENTAR CIDADES POR EXEMPLO. (POIS ESSE MÉTODO DISSIPA MENOS ENERGIA NO CAMINHO)



A CORRENTE ELÉTRICA DA SUA CASA É ALTERNADA E POSSUI FREQUÊNCIA ENTRE 50 A 60 HERTZ (Hz) (O SENTIDO DA CORRENTE É INVERTIDO MAIS 50 VEZES A CADA SEGUNDO)



A SUA LÂMPADA ESTÁ LITERALMENTE PISCANDO! MAS ACONTECE TÃO RÁPIDO QUE NEM PERCEBEMOS...

01. (Respondido) Um total de 30 Coulombs passam por um fio metálico a cada minuto. Qual é a corrente elétrica?

RESOLUÇÃO

Use a fórmula da corrente:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ Amperes}$$

02. Um total de 240 Coulombs passam por um fio metálico a cada 3 minutos. Qual é a corrente elétrica?

03. Um total de 40 nC passam por um fio metálico a cada 4 segundos. Qual é a corrente elétrica?

04. A corrente elétrica que passa por um fio é de 50 mA, determine a carga que passa pelo fio em um intervalo de 50 segundos.

05. A corrente elétrica fornecida por um carregador de celular é de 0,8 A, determine o tempo necessário para que ele forneça uma carga de 200 Coulombs a bateria dele.

06. (Respondido) Dois corpos A e B foram com cargas iguais a 40 C e -60 C respectivamente foram ligados por um fio condutor como mostra a figura:



- Que tipo de eletrização irá ocorrer?
- Qual é a carga total passada entre os dois corpos?
- Qual foi a quantidade de elétrons que foram passados?
- Qual é o sentido dos elétrons e da corrente elétrica pelo fio?
- Se a corrente média que passou pelo fio foi de 0,8 A, então o processo durou quanto tempo?

RESOLUÇÃO

a) Eletrização por Contato

b) Faça a média aritmética entre as duas cargas para achar a carga final:

$$Q = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{40 - 60}{2} = -10 \text{ C}$$

Se a carga final dos dois é de -10C , então foram passados 50 C no processo:

- A carga de A foi de 40C até -10C , ou seja, variação de 50 C
- A carga de B foi de -60C até -10C , ou seja, variação de 50 C

c) Use a fórmula da carga:

$$\begin{aligned} Q &= n \cdot e \\ 50 &= n \cdot (-1,6 \times 10^{-19}) \\ n &= 31,25 \times 10^{19} \text{ elétrons} \end{aligned}$$

d) Os elétrons saem do polo negativo, a corrente elétrica é invertida, sempre saindo do polo positivo:



e) Use a fórmula da corrente elétrica (a carga transferida é de 50C):

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad 0,8 = \frac{50}{\Delta t} \quad \Delta t = 62,5 \text{ s}$$

07. Dois corpos A e B foram com cargas iguais a 60 C e -100 C respectivamente foram ligados por um fio condutor como mostra a figura:



- Que tipo de eletrização irá ocorrer?
- Qual é a carga total passada entre os dois corpos?
- Qual foi a quantidade de elétrons que foram passados?
- Qual é o sentido dos elétrons e da corrente elétrica pelo fio?
- Se a corrente média no fio foi de 2 A, então o processo durou quanto tempo?

08. Dois corpos A e B foram com cargas iguais a 50 C e 20 C respectivamente foram ligados por um fio condutor como mostra a figura:



- Que tipo de eletrização irá ocorrer?
- Qual é a carga total passada entre os dois corpos?
- Qual foi a quantidade de elétrons que foram passados?
- Qual é o sentido dos elétrons e da corrente elétrica pelo fio?
- Se o tempo do processo foi de 0,5 segundos, então qual foi a corrente elétrica média que passou pelo fio?

09. 5×10^{22} elétrons passaram por um fio condutor em um intervalo de 40 segundos, qual é a corrente elétrica que passou por esse fio?

RESPOSTAS

02. $i = 1,333... \text{ A}$

03. $i = 10 \text{ nA} = 10 \times 10^{-9} \text{ A}$

04. $Q = 2,5 \text{ C}$

05. $t = 250 \text{ s}$

07. a) Contato

b) $\Delta Q = 80 \text{ C}$

c) $n = 5 \times 10^{20}$ elétrons

d) Corrente: Direita**Elétrons: Esquerda**

e) $t = 40 \text{ s}$

08. a) Contato

b) $\Delta Q = 15 \text{ C}$

c) $n = 9,375 \times 10^{19}$ elétrons

d) Corrente: Direita Dica: A carga A possui o maior potencial**Elétrons: Esquerda**

e) $i = 30 \text{ A}$

09. $i = 200 \text{ A}$ Dica: $Q = (5 \times 10^{22})(1,6 \times 10^{-19}) = 8 \times 10^3 = 8000 \text{ C}$

Resistência

A RESISTÊNCIA É O QUE DIFICULTA O MOVIMENTO DE ELÉTRONS.
SÃO 3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA RESISTÊNCIA DE UM FIO:

Área do fio

1. A ÁREA TRANSVERSAL DO FIO TEM UM PAPEL FUNDAMENTAL NA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA.

2. FIOS MAIS GROSSOS PERMITEM UMA MAIOR FLUIDEZ DOS ELÉTRONS, OU SEJA, MENOR RESISTÊNCIA.

3. E FIOS MAIS FINOS DIFICULTAM A PASSAGEM (MAIOR RESISTÊNCIA)

Material do Fio

1. EXISTEM VÁRIOS METAIS E LIGAS METÁLICAS QUE PODEM SER UTILIZADAS PARA A PRODUÇÃO DE FIOS.

Material	Resistividade (ρ)
Ferro	$1,0 \times 10^{-7} [\Omega \cdot m]$
Prata	$1,6 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$

2. E PARA CADA MATERIAL, EXISTE UMA RESISTÊNCIA DIFERENTE. VEJA EXEMPLOS:

Comprimento do Fio

1. QUANTO MAIS CURTO O CAMINHO QUE O ELÉTRON PERCORRE, MENOR SERÁ A PERDA DE ENERGIA

2. ISSO SIGNIFICA QUE O MAIOR COMPRIMENTO AUMENTA A RESISTÊNCIA

3. ESSE É O CASO DE UMA LÂMPADA INCANDESCENTE, AS ESPIRAIS AUMENTAM TANTO A RESISTÊNCIA, QUE ESSA ENERGIA DISSIPADA VIRA LUZ E CALOR

Fórmula Geral

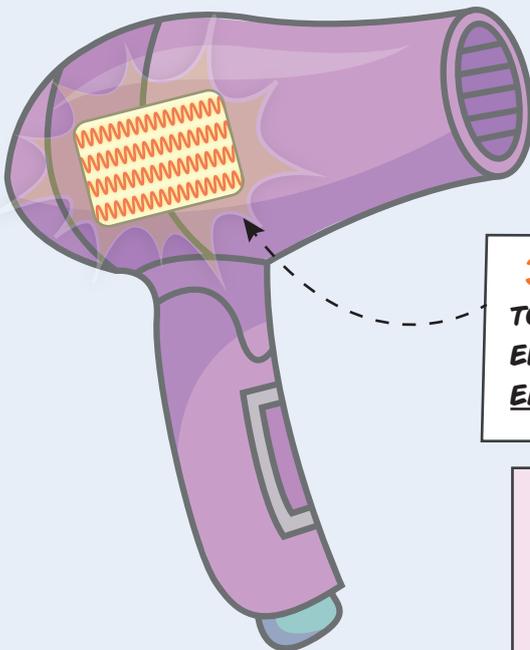
1. CONHECENDO ESSAS TRÊS GRANDEZAS: ÁREA TRANSVERSAL (A) RESISTIVIDADE DO MATERIAL (ρ) E COMPRIMENTO (C) PODEMOS CALCULAR A RESISTÊNCIA DO FIO.

$$R = \rho \frac{C}{A} \quad [\Omega]$$

2. A UNIDADE DE MEDIDA PARA RESISTORES É O "OHM", REPRESENTADO PELA LETRA GREGA ÔMEGA.

O que é Efeito Joule?

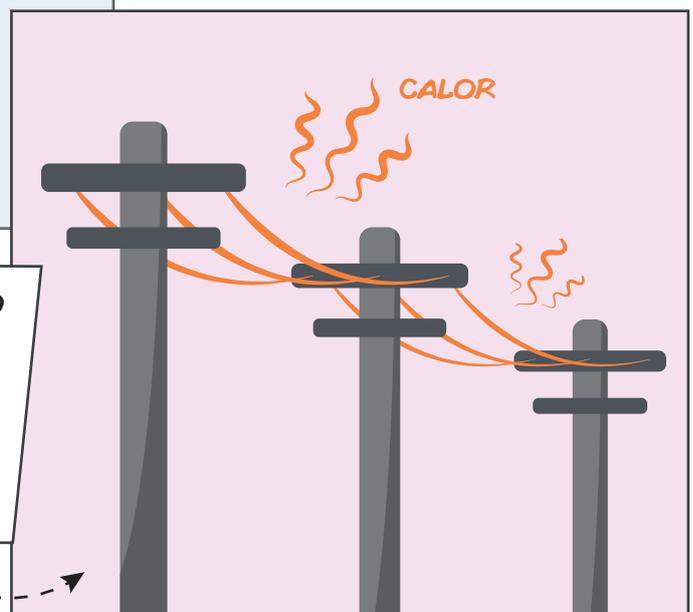
1. É A TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA EM CALOR



2. ESSE TIPO DE EFEITO NORMALMENTE ACONTECE DEVIDO A RESISTÊNCIA QUE AS CARGAS ENCONTRAM DURANTE O MOVIMENTO (COLISÕES ENTRE OS ELÉTRONS E A ESTRUTURA PELO QUAL ELAS PASSAM)

3. NO CASO DE SECADORES DE CABELO, TORRADEIRAS E AQUECEDORES, ESSE É UM EFEITO PROPOSITAL. O OBJETIVO DESSES ELETRODOMÉSTICOS É DE GERAR CALOR.

4. ELE É VISTO COMO NEGATIVO NA MAIORIA DOS CASOS, COMO A DISSIPAÇÃO DE ENERGIA POR EFEITO JOULE NAS LINHAS DE TRANSMISSÃO QUE LEVAM A ELETRICIDADE PARA SUA CASA.



01. Complete os espaços com as palavras “diretamente” ou “inversamente”:

- a) A resistência de um fio é _____ proporcional ao comprimento dele.
 b) A resistência de um fio é _____ proporcional a área transversal dele.

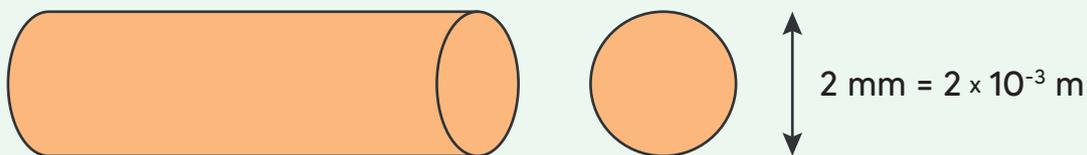
02. Complete os espaços com as palavras “aumentar” ou “diminuir”:

Em dias de frio intenso, é ideal _____ a resistência interna do chuveiro elétrico com o objetivo de _____ o Efeito Joule.

03. (Respondido) Um fio de ferro com 60 metros possui diâmetro interno de 2 mm. Determine a resistência desse fio. ($\rho_{\text{FERRO}} = 1,0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$) ($\pi = 3$)

RESOLUÇÃO

Antes de tudo, precisamos determinar a área transversal desse fio cilíndrico, um corte nesse fio mostra que ele possui forma de circunferência:



Use a fórmula da área para a circunferência, não esqueça que o raio (r) é a metade do diâmetro ($r = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$):

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot r^2 \\ A &= (3) \cdot (1 \times 10^{-3})^2 \\ A &= 3 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Use a fórmula da resistência:

$$R = \frac{\rho \cdot C}{A} = \frac{(1,0 \times 10^{-7}) \cdot (60)}{(3 \times 10^{-6})} = 2 \Omega$$

04. Um fio de cobre com 360 metros possui diâmetro interno de 5 mm. Determine a resistência desse fio. ($\pi = 3$)

05. Um fio de ferro com 180 metros possui diâmetro interno de 4 mm. Determine a resistência desse fio. ($\pi = 3$)

06. Um fio de alumínio com 500 cm possui diâmetro interno de 0,2 mm. Determine a resistência desse fio. ($\pi = 3$)

07. Um fio de 120 m de comprimento e raio interno de 1 mm possui resistência de 1,12 Ω . Esse fio é feito de que? ($\pi = 3$)

Material	Resistividade (ρ)
Ferro	$1,0 \times 10^{-7} \text{ } [\Omega \cdot \text{m}]$
Prata	$1,6 \times 10^{-8} \text{ } [\Omega \cdot \text{m}]$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8} \text{ } [\Omega \cdot \text{m}]$
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8} \text{ } [\Omega \cdot \text{m}]$

RESPOSTAS

01. a) Diretamente ; b) Inversamente

02. aumentar ; aumentar

Dica: Quando está muito frio, o ideal é que a água fique mais quente, logo, precisamos aumentar a resistência do chuveiro, isso vai fazer com que o Efeito Joule aumente (mais energia elétrica será transformada em calor)

04. R = 0,3264 Ω

$$R = \frac{(1,7 \times 10^{-8})(360)}{(18,75 \times 10^{-6})}$$

05. R = 1,5 Ω

$$R = \frac{(1,0 \times 10^{-7})(180)}{(12 \times 10^{-6})}$$

06. R = 4,667 Ω

$$R = \frac{(2,8 \times 10^{-8})(5)}{(0,03 \times 10^{-6})}$$

07. Alumínio

$$1,12 = \frac{\rho (120)}{(3 \times 10^{-6})}$$

Primeira Lei de Ohm

É UMA FORMA DE RELACIONAR AS 3 GRANDEZAS QUE FORAM APRENDIDAS ANTERIORMENTE: TENSÃO (U), CORRENTE ELÉTRICA (I) E RESISTÊNCIA (R).

TENSÃO E CORRENTE SÃO GRANDEZAS DIRETAMENTE PROPORCIONAIS.

QUANTO MAIOR FOR A TENSÃO ELÉTRICA (U), MAIOR SERÁ A FORÇA COM QUE OS ELÉTRONS SERÃO "EMPURRADOS" PELO FIO, OU SEJA, MAIOR SERÁ A CORRENTE ELÉTRICA (I).

$$i = \frac{U}{R}$$

JÁ A RESISTÊNCIA (R) E A CORRENTE (I) SÃO GRANDEZAS INVERSAS

RESISTÊNCIAS ALTAS DIMINUEM A PASSAGEM DOS ELÉTRONS PELO FIO.

E qual é a Segunda Lei?

VOCÊ JÁ APRENDEU NO CAPÍTULO PASSADO!

É A FÓRMULA QUE CALCULA A RESISTÊNCIA ELÉTRICA DE UM CONDUTOR

$$R = \rho \frac{C}{A} \quad [\Omega]$$

01. (Respondido) Um circuito simples é formado de apenas de um gerador que fornece uma tensão de 20 V e um resistor de 40 Ω. Determine a corrente elétrica que passa pelo fio. Qual é o sentido da corrente?



RESOLUÇÃO

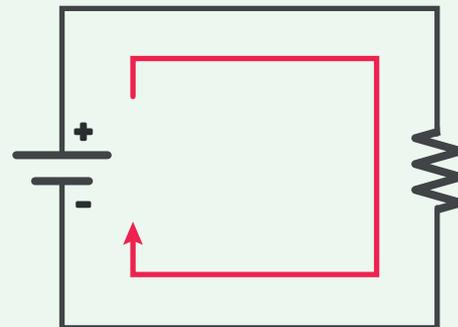
Use a Primeira lei de Ohm:

$$i = \frac{U}{R}$$

$$i = \frac{20}{40}$$

$$i = 0,5 \text{ A}$$

O sentido da corrente é horário, pois ela sempre sai do polo positivo em direção ao polo negativo:



02. Um circuito simples é formado de apenas de um gerador que fornece uma tensão de 10 V e um resistor de 4 Ω. Determine a corrente elétrica que passa pelo fio.

03. Um circuito simples é formado de apenas de um gerador que fornece uma tensão de 220 V e um resistor. Determine a intensidade dessa resistência sabendo que a corrente elétrica que passa pelo fio é de 20 A.

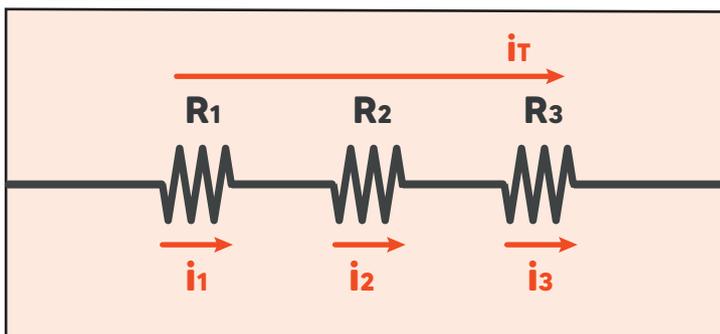
04. Um circuito simples é formado de apenas de um gerador e um resistor de 5 Ω. Determine a tensão desse gerador sabendo que a corrente elétrica que passa pelo fio é de 1,5 A.

Associação de Resistores

QUANDO EXISTEM VÁRIOS RESISTORES, DEVEMOS ANTES IDENTIFICAR O TIPO DE ASSOCIAÇÃO ENTRE ELLES. SÃO DOIS TIPOS:

Associação em Série

1. É QUANDO OS RESISTORES SE ENCONTRAM NO MESMO FIO, NESSE CASO, A CORRENTE ELÉTRICA (i) QUE PASSA POR TODOS OS RESISTORES É A MESMA.

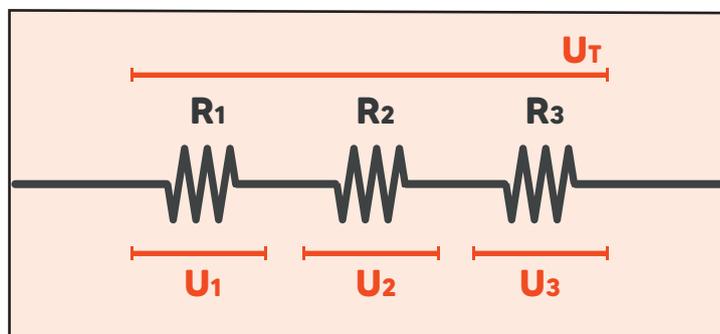


É ISSO CONSEQUENTEMENTE INDICA QUE A CORRENTE ELÉTRICA TOTAL É IGUAL AS CORRENTE INDIVIDUAIS.

$$i_T = i_1 = i_2 = i_3$$

Corrente total

2. QUANDO FALAMOS DA TENSÃO, A SITUAÇÃO É DIFERENTE. PARA CADA RESISTOR, A TENSÃO É DIMINUÍDA



A SOMA DE TODAS AS TENSÕES INDIVIDUAIS É IGUAL A TENSÃO TOTAL DO CIRCUITO.

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3$$

Tensão total

Resumindo:

1. Comece pela equação entre as tensões
2. Use a primeira Lei de Ohm ($U = R \cdot i$)
3. Todas as correntes são iguais, então você pode cortá-las
4. E temos como fórmula final.

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3$$

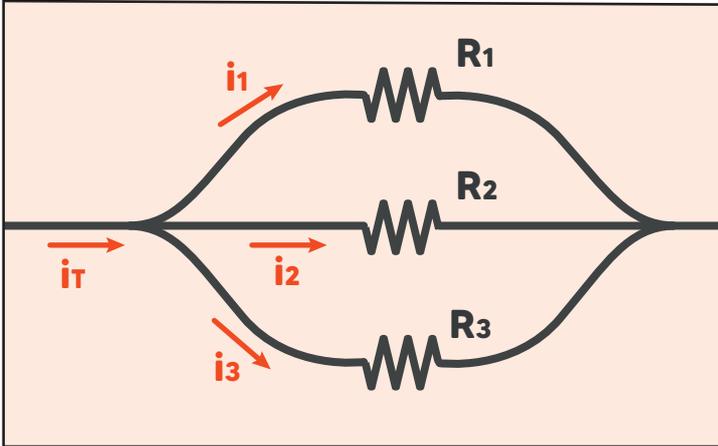
$$R_T \cdot i_T = R_1 \cdot i_1 + R_2 \cdot i_2 + R_3 \cdot i_3$$

$$R_T \cdot \cancel{i_T} = R_1 \cdot \cancel{i_1} + R_2 \cdot \cancel{i_2} + R_3 \cdot \cancel{i_3}$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

Associação em Paralelo

1. É QUANDO OS RESISTORES SE ENCONTRAM EM FIOS DIFERENTES QUE PARTIRAM DE UM MESMO PONTO, A CORRENTE SE DIVIDE PARA OS FIOS.



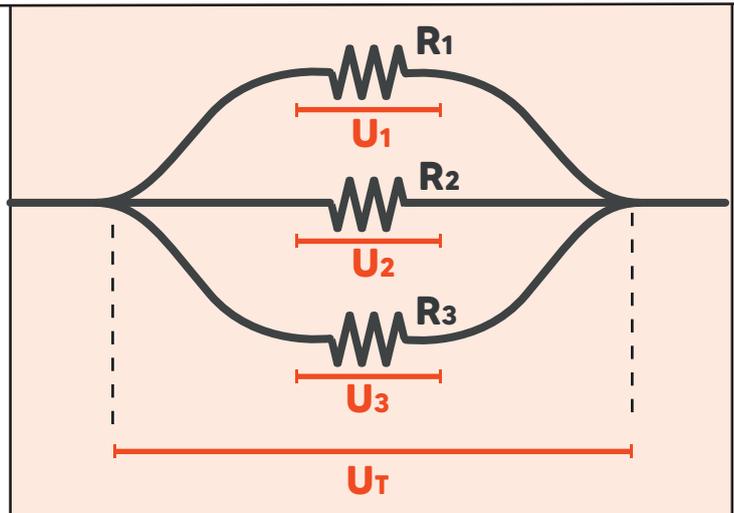
OU SEJA, A CORRENTE TOTAL É A SOMA DE TODAS AS CORRENTES INDIVIDUAIS.

$$i_T = i_1 + i_2 + i_3$$

2. TODOS OS TRÊS FIOS SE INICIAM E FINALIZAM NOS MESMOS PONTOS.

ISSO MOSTRA QUE A TENSÃO TOTAL É IGUAL A TENSÃO INDIVIDUAL EM TODOS OS FIOS.

$$U_T = U_1 = U_2 = U_3$$



Resumindo:

1. Comece pela equação entre as correntes
2. Use a primeira Lei de Ohm ($i = U/R$)
3. Todas as tensões são iguais, então você pode cortá-las
4. E temos a fórmula final.

$$i_T = i_1 + i_2 + i_3$$

$$\frac{U_T}{R_T} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3}$$

$$\frac{\cancel{U_T}}{R_T} = \frac{\cancel{U_1}}{R_1} + \frac{\cancel{U_2}}{R_2} + \frac{\cancel{U_3}}{R_3}$$

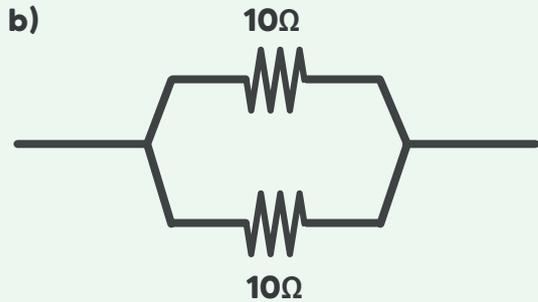
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

01. (Respondido) Determine a resistência equivalente nos dois casos a seguir:

a)



b)



RESOLUÇÃO

a) Nesse primeiro caso temos uma associação em série, use a fórmula:

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$R_T = 10 + 10$$

$$R_T = 20 \Omega$$

b) Nesse segundo caso temos uma associação em paralelo, use a fórmula:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{2}{10}$$

$$R_T = 5 \Omega$$

02. Determine a resistência equivalente nos casos a seguir:

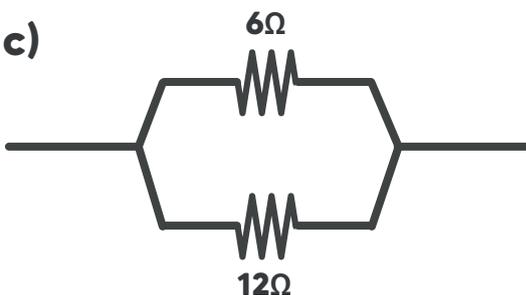
a)



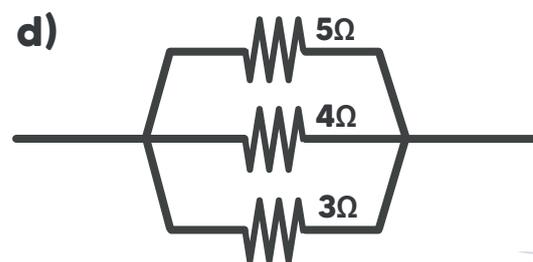
b)



c)



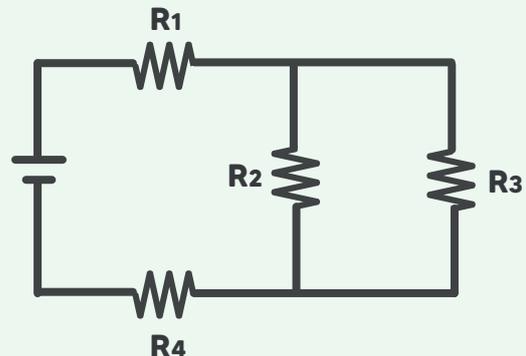
d)



03. (Respondido) Dado o circuito a seguir, determine:

- a) A resistência equivalente.
- b) A corrente equivalente quando o gerador fornece uma tensão de 45 V.

($R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 5\Omega$)



RESOLUÇÃO

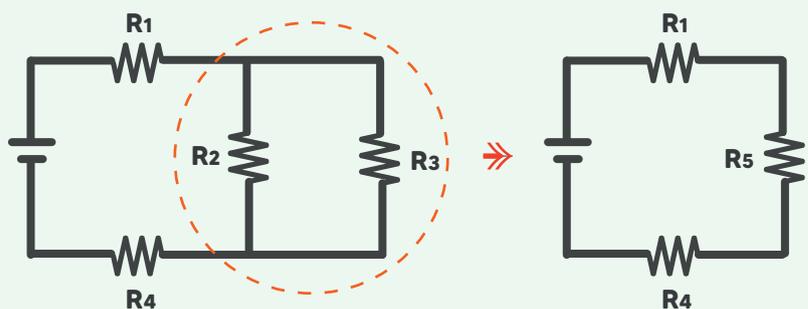
a) Nesse caso, temos uma associação mista, começaremos analisando os resistores 2 e 3 que estão em paralelo:

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{R_5} = \frac{3}{6}$$

$$R_5 = 2\Omega$$

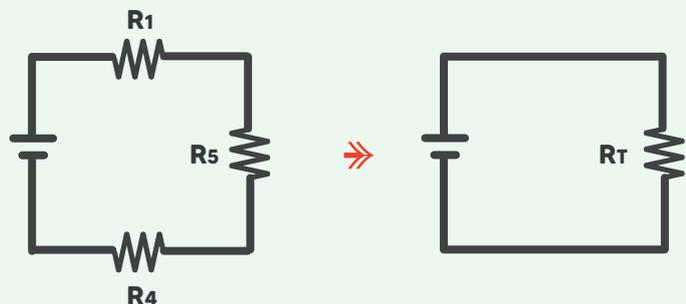


Depois disso, perceba que os resistores R_1 , R_4 e o novo resistor R_5 estão em série:

$$R_T = R_1 + R_4 + R_5$$

$$R_T = 2 + 5 + 2$$

$$R_T = 9\Omega$$

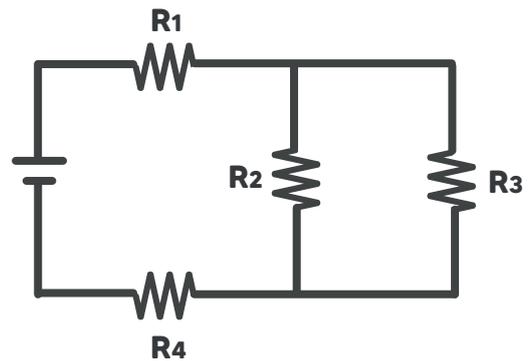


b) Use a primeira lei de Ohm para encontrar a corrente total:

$$i = \frac{U}{R} \quad i = \frac{45}{9} \quad i = 5\text{ A}$$

04. Dado o circuito a seguir, determine:

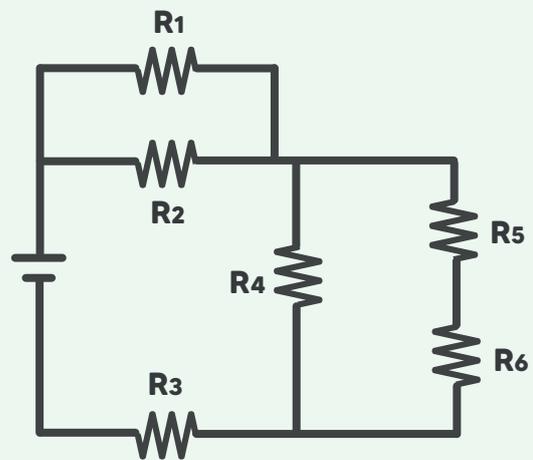
- a) A resistência equivalente.
- b) A corrente equivalente quando o gerador fornece uma tensão de 47 V.



($R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 3\ \Omega$, $R_4 = 3\ \Omega$)

05. (Respondido) Dado o circuito ao lado, determine:

- a) A resistência equivalente.
- b) A corrente equivalente quando o gerador fornece uma tensão de 26 V.

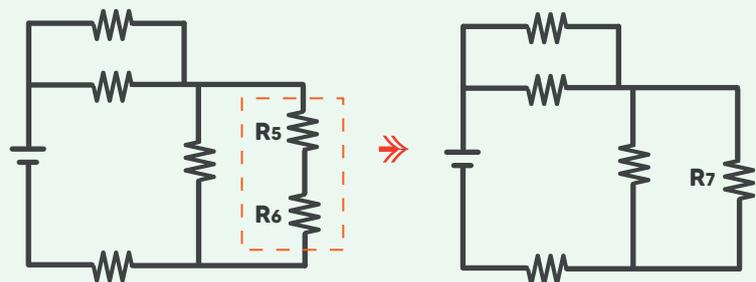


$R_1 = R_2 = R_6 = 4\ \Omega$
 $R_3 = R_5 = 2\ \Omega$
 $R_4 = 8\ \Omega$

RESOLUÇÃO

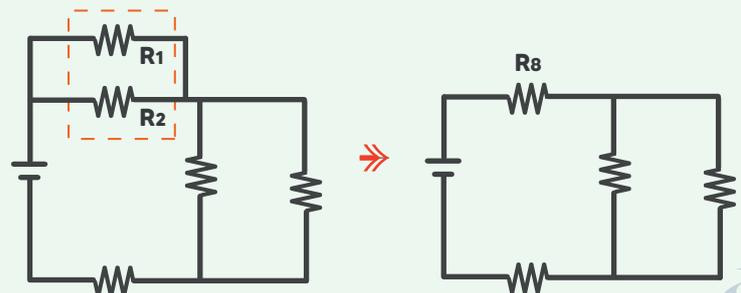
a) Os resistores R5 e R6 estão em série:

$R_7 = R_5 + R_6$
 $R_7 = 2 + 4$
 $R_7 = 6\ \Omega$



Os resistores R1 e R2 estão em paralelo:

$\frac{1}{R_8} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
 $\frac{1}{R_8} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$
 $R_8 = 2\ \Omega$



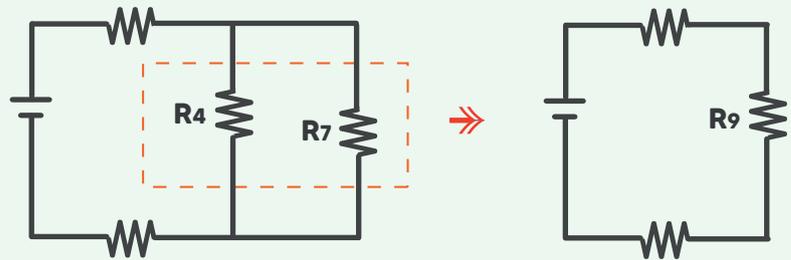
Os resistores R4 e R7 também estão em série:

$$\frac{1}{R_9} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_7}$$

$$\frac{1}{R_9} = \frac{1}{8} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_9} = \frac{7}{24}$$

$$R_9 = \frac{24}{7} \Omega$$

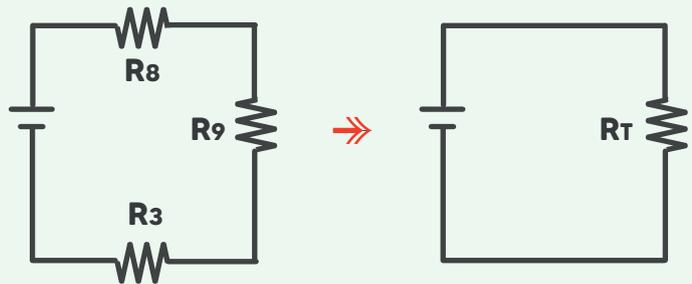


E por último, os três resistores R8, R9 e R3 estão em série:

$$R_T = R_8 + R_9 + R_3$$

$$R_T = 2 + 24/7 + 2$$

$$R_T = \frac{52}{7} \Omega$$



b) Use a primeira lei de Ohm para encontrar a corrente total:

$$i = \frac{U}{R} \quad i = \frac{26}{52/7} \quad i = 3,5 \text{ A}$$

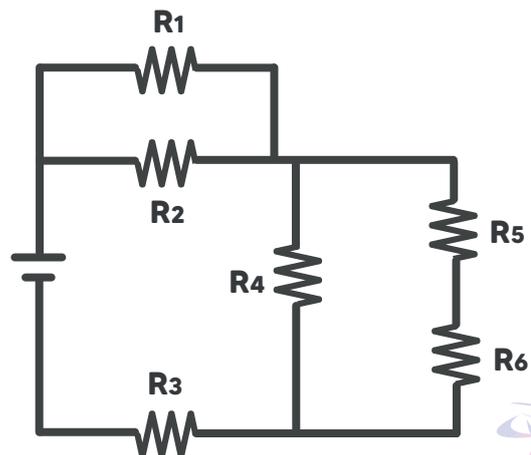
06. Dado o circuito ao lado, determine:

- a) A resistência equivalente.
- b) A corrente equivalente quando o gerador fornece uma tensão de 23 V.

$$R_1 = R_2 = 16\Omega$$

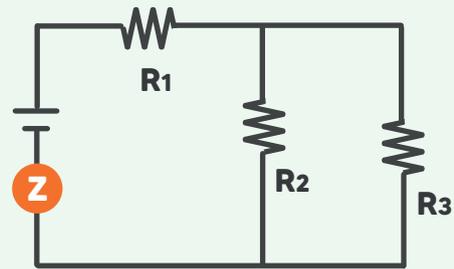
$$R_5 = R_6 = 5\Omega$$

$$R_3 = R_4 = 10\Omega$$



07. (Respondido) Dado o circuito ao lado, determine:

- a) A expressão algébrica que determina a resistência equivalente do circuito
- b) O valor da Resistência R3, sabendo que o gerador gera uma tensão de 14 V e o amperímetro "Z" marca uma corrente de 2 Amperes.



$$R_1 = R_2 = 4\Omega$$

RESOLUÇÃO

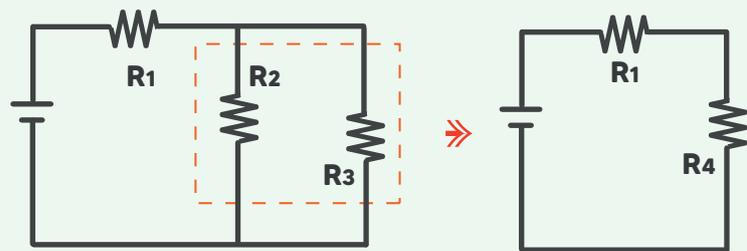
a) Os resistores R2 e R3 estão em paralelo:

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_4} = \frac{R_3 + 4}{4 \cdot R_3}$$

$$R_4 = \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4}$$



Os resistores R1 e R4 estão em série:

$$R_T = R_1 + R_4$$

$$R_T = 4 + \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4}$$

b) O amperímetro Z está marcando a corrente equivalente do sistema (pois está ao lado do gerador). Devemos usar a Primeira Lei de Ohm:

$$U = R \cdot i$$

$$14 = \left(4 + \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4} \right) \cdot (2)$$

Passa o 2 para o outro lado dividindo o número 14:

$$14 = \left(4 + \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4} \right) \cdot (2)$$

$$7 = \left(4 + \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4} \right)$$

O parênteses da expressão da resistência não será mais necessário:

$$7 = 4 + \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4}$$

Passa o 4 para a esquerda em forma de subtração

$$7 - 4 = \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4}$$

$$3 = \frac{4 \cdot R_3}{R_3 + 4}$$

Passa o denominador multiplicando pelo 3

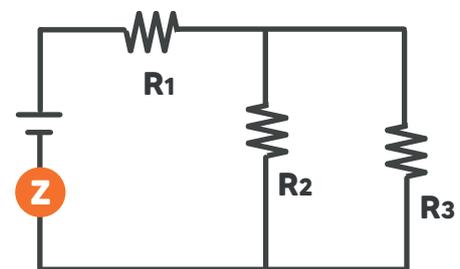
$$3 \cdot R_3 + 12 = 4 \cdot R_3$$

$$12 = 4 \cdot R_3 - 3 \cdot R_3$$

$$R_3 = 12 \Omega$$

08. Dado o circuito ao lado, determine:

- A expressão algébrica que determina a resistência equivalente do circuito
- O valor da Resistência R_3 , sabendo que o gerador gera uma tensão de 15 V e o amperímetro "Z" marca uma corrente de 2 Amperes.



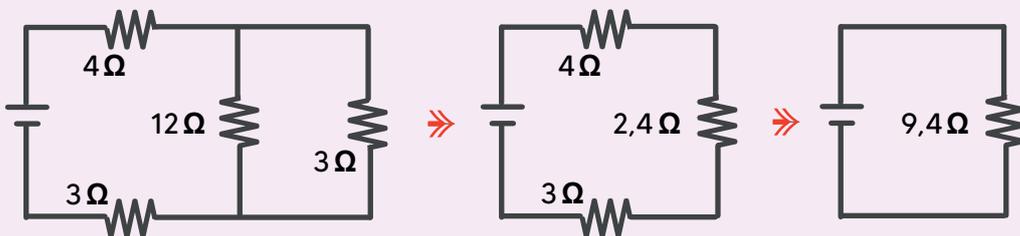
$$R_1 = 3\Omega$$

$$R_2 = 5\Omega$$

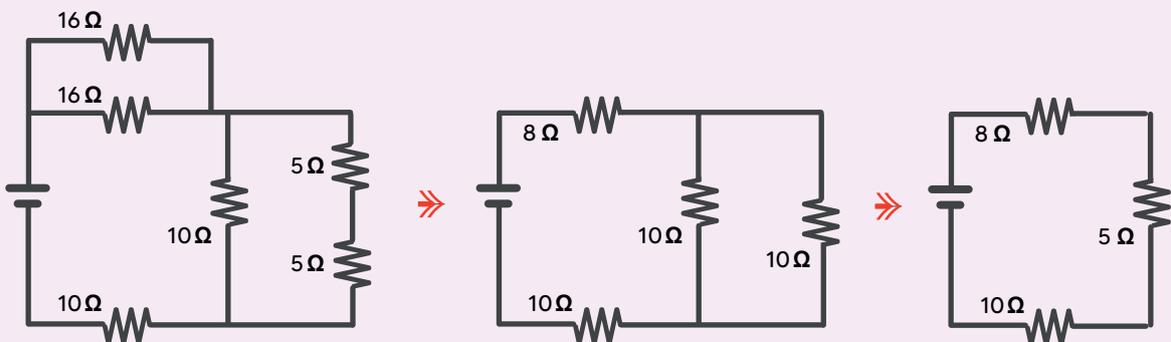
RESPOSTAS

02. a) 27Ω b) 35Ω c) 4Ω d) $\frac{60}{47} \Omega$

04. a) $R = 9,4 \Omega$ b) $i = 5 \text{ A}$



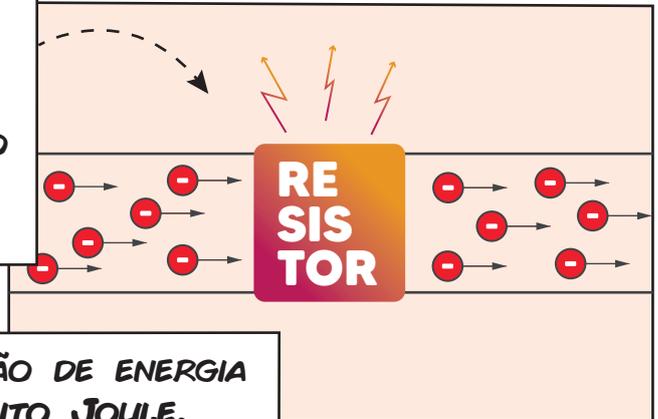
06. a) $R = 23 \Omega$ b) $i = 1 \text{ A}$



08. a) $R_T = 3 + \frac{5 \cdot R_3}{5 + R_3}$ b) $R_3 = 45 \Omega$

Potência Elétrica

1. JÁ VIMOS QUE QUANDO UMA CORRENTE ELÉTRICA PASSA POR UM FIO CONDUTOR OU RESISTOR, PARTE DA ENERGIA DE MOVIMENTO DOS ELÉTRONS SERÁ TRANSFORMADA EM ENERGIA TÉRMICA.



2. ESSE FENÔMENO DE DISSIPACÃO DE ENERGIA É TAMBÉM CONHECIDO COMO EFEITO JOULE.

3. QUANDO DIVIDIMOS ESSA ENERGIA DISSIPADA PELO INTERVALO DE TEMPO QUE ESSE EFEITO OCORRE, ACHAMOS A POTÊNCIA DISSIPADA.

$$P_{\text{ot}} = \frac{\text{En. Dissipada}}{\text{Tempo}}$$

[Watt - W]

4. UMA FORMA DE CALCULAR A POTÊNCIA DISSIPADA POR UM CONDUTOR ELÉTRICO É PELA FÓRMULA USUAL:

$$P_{\text{ot}} = i \cdot U$$

[W]

$$U = Ri$$

$$P_{\text{ot}} = R \cdot i^2$$

$$i = \frac{U}{R}$$

$$P_{\text{ot}} = \frac{U^2}{R}$$

5. LEMBRE-SE QUE TAMBÉM PODEMOS USAR A PRIMEIRA LEI DE OHM EM SUBSTITUIR NA FÓRMULA ACIMA, DESSA FORMA, ENCONTRAMOS MAIS DUAS VARIACÕES PARA A FÓRMULA DA POTÊNCIA ELÉTRICA.

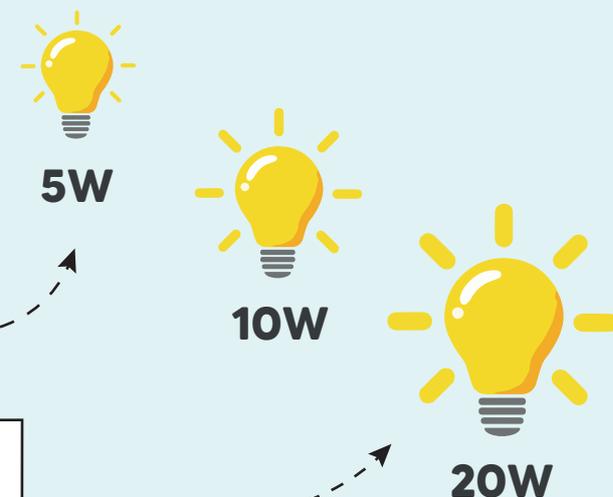
6. QUALQUER UMA DESSAS 3 EQUAÇÕES PODE SER USADA, ISSO DEPENDERÁ DOS DADOS FORNECIDOS PELA QUESTÃO.

Consumo de Energia

1. TODO APARELHO ELÉTRICO POSSUI A SUA PRÓPRIA POTÊNCIA EM WATTS. POR EXEMPLO, SE UMA LÂMPADA POSSUI POTÊNCIA DE 5W, INDICA QUE ELA CONSUME 5 JOULES DE ENERGIA A CADA SEGUNDO QUE SE PASSA.

2. QUANTO MAIOR A POTÊNCIA, MAIS ENERGIA SERÁ CONSUMIDA

3. MAS A GRANDE MAIORIA DOS APARELHOS NA SUA CASA NÃO FICAM LIGADOS POR INTERVALOS DE TEMPO TÃO PEQUENOS.



4. POR ISSO, É COMUM FUGIR UM POUCO DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (S.I.) E UTILIZAR HORAS AO INVÉS DE SEGUNDOS.

5. É ASSIM QUE APARECE O QUILOWATT-HORA (KWH)

kWh

Essa é uma medida para calcular o total de **energia** gasta em grandes intervalos de tempo, muito utilizado nas contas mensais de energia elétrica da sua casa. (Um substituto para o Joule ou caloria visto anteriormente)

6. A FÓRMULA SERÁ A MESMA VISTA ANTERIORMENTE, COM UMA ÚNICA MODIFICAÇÃO NAS UNIDADES USADAS.

$$P_{\text{ot}} = \frac{E}{\Delta t}$$

Pot: Potência [quilowatt - kW]

En: Energia [kWh]

Δt : Tempo [hora - h]

7. VALE A PENA LEMBRAR ALGUMAS TRANSFORMAÇÕES:

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$
$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

01. (Respondido) Determine a potência total dissipada por um resistor de 5Ω quando uma corrente de 5A passa por ele.

RESOLUÇÃO

Comece com a fórmula da potência elétrica:

$$P = i \cdot U$$

Não possuímos a tensão (U), por isso devemos usar a 1ª Lei de Ohm:

$$P = i \cdot U$$

$$P = i \cdot (R \cdot i)$$

$$P = R \cdot i^2$$

Substitua pelos dados fornecidos na questão:

$$P = 5 \cdot (5)^2$$

$$P = 5 \cdot 25$$

$$P = 125 \text{ W}$$

02. Uma lâmpada com potência de 22W foi ligada em uma residência que possui tensão de 110V em todas as suas tomadas. Determine:

- A corrente necessária para o funcionamento dessa lâmpada
- A potência consumida por 4 lâmpadas iguais a essa ligadas em paralelo
- A corrente necessária para o funcionamento dessas 4 lâmpadas

03. Determine a potência total dissipada por um resistor de 15Ω quando uma corrente de 2A passa por ele.

04. Um resistor de $0,5\Omega$ foi ligado em um circuito alimentado por uma bateria de 5V.

- Qual é a potência dissipada por esse resistor?
- Se ele ficar ligada por 5 minutos, qual será a energia total consumida por ele?

05. (Respondido) Deseja-se trocar uma lâmpada incandescente de 50W por uma LED de apenas 12W que produz a mesma intensidade luminosa, determine:

- A energia total economizada para um funcionamento de 2 horas
- A energia total economizada no período de 1 mês para um funcionamento diário de 4 horas
- Sabendo que cada kWh custa R\$ 0,60, qual será a economia total feita pela substituição de 10 lâmpadas incandescentes na conta de energia mensal? (Cada lâmpada ainda ligada por um período de 4 horas por dia)

RESOLUÇÃO

a) A potência economizada pode ser achada pela diferença entre as potências das duas lâmpadas

$$P = 50 - 12 = 38 \text{ W}$$

Estamos lidando com o consumo de energia de um aparelho que ficará ligado por grandes períodos, por isso, seria ideal utilizar a potência em kW e o tempo em horas (h) para achar a energia em kWh:

$$P = 38 \text{ W} = 0,038 \text{ kW} \quad \text{É só dividir por 1000}$$

Use a fórmula da potência que relaciona a energia e o tempo:

$$P = \frac{E_n}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad 0,038 = \frac{E_n}{2} \quad \rightarrow \quad E_n = 0,076 \text{ kWh}$$

b) Devemos achar esse período em horas:

$$(1 \text{ mês}) \times (30 \text{ dias}) \times (4 \text{ horas por dia}) = 120 \text{ horas}$$

Use a fórmula da potência que relaciona a energia e o tempo:

$$P = \frac{E_n}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad 0,038 = \frac{E_n}{120} \quad \rightarrow \quad E_n = 4,56 \text{ kWh}$$

c) Se a economia de 1 lâmpada foi de 4,56 kWh, 10 lâmpadas irão economizar:

$$E_n = 4,56 \text{ kWh} \times 10 \text{ lâmpadas} = 45,6 \text{ kWh}$$

Cada kWh consumido custa 60 centavos, basta multiplicar:

$$\text{Valor} = (45,6 \text{ kWh}) \times (\text{R\$ } 0,60) = \text{R\$ } 27,36$$

Ele economizou R\$ 27,36 por mês com a troca dessas lâmpadas

06. Deseja-se trocar uma lâmpada incandescente de 30W por uma LED de apenas 10W que produz a mesma intensidade luminosa, determine:

- a) A energia total economizada para um funcionamento de 5 horas
- b) A energia total economizada no período de 1 mês para um funcionamento diário de 8 horas
- c) Sabendo que cada kWh custa R\$ 0,50, qual será a economia total feita pela substituição de 16 lâmpadas incandescentes na conta de energia mensal? (Cada lâmpada ainda ligada por um período de 8 horas por dia)

07. Um chuveiro elétrico possui potência de 2400 W. Determine:

- a) A energia total em kWh consumida mensalmente por uma família de 4 pessoas que tomam 2 banhos por dia por um período aproximado de 5 minutos para cada banho
- b) Sabendo que cada kWh custa R\$ 0,80, qual será o custo total em energia gasta apenas com o funcionamento desse chuveiro elétrico em 1 mês?

08. (Respondido) Um ciclista gasta uma média de 500 calorias por hora quando pedala em sua bicicleta; supondo que 80% dessa energia seja transformada em energia elétrica, por quanto tempo ele consegue manter uma lâmpada acesa de 12W de potência após 90 minutos de exercício? (Dado: 1 caloria = 4,2 Joules)

RESOLUÇÃO

Comece transformando essa energia de calorias para Joules

$$E_n = (500 \text{ cal}) \times (4,2) = 2100 \text{ Joules}$$

O ciclista fornece 2100 Joules para cada hora pedalando, em 90 min (1h30) serão:

$$E_n = (2100 \text{ J}) \times (1,5) = 3150 \text{ Joules}$$

Mas somente 80% dessa energia realmente foi utilizada para o funcionamento da lâmpada (80% = 0,8):

$$E_n = (3150 \text{ J}) \times (0,8) = 2520 \text{ Joules}$$

E finalmente utilizamos a fórmula da potência para achar o tempo que a lâmpada pode ficar ligada:

$$P = \frac{E_n}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad 12 = \frac{2520}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 210 \text{ segundos}$$

$$210 \text{ s} = 3,5 \text{ minutos}$$

09. Um ciclista gasta uma média de 800 calorias por hora quando pedala em sua bicicleta; supondo que 70% dessa energia seja transformada em energia elétrica, por quanto tempo ele consegue manter uma lâmpada acesa de 14W de potência após 150 minutos de exercício? (Dado: 1 caloria = 4,2 Joules)

10. (Respondido) Sobre um resistor de 80Ω passa uma corrente de 5A. Se a energia total consumida por este resistor foi de 3,2 kWh, determine o tempo ele permaneceu ligado à rede.

RESOLUÇÃO

Primeiro vamos achar a potência dissipada por esse resistor utilizando a resistência e a corrente que passa sobre ele:

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = 80 \cdot (5)^2$$

$$P = 80 \cdot 25$$

$$P = 2000 \text{ W}$$

Vamos precisar da potência em kW pois a energia consumida está em kWh:

$$P = 2000 \text{ W} = 2 \text{ kW}$$

E finalmente utilizamos a fórmula da potência para achar o tempo que o resistor ficou ligado:

$$P = \frac{En}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad 2 = \frac{3,2}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad \Delta t = 1,6 \text{ horas}$$

$$1,6 \text{ h} = 96 \text{ minutos}$$

- 11.** Sobre um resistor de 60Ω passa uma corrente de 12 A . Se a energia total consumida por este resistor foi de $12,96 \text{ kWh}$, determine o tempo ele permaneceu ligado à rede.
- 12.** Uma lâmpada precisa de uma corrente de $0,1 \text{ A}$ para funcionar em uma residência cuja tensão nas tomadas é de 200V . Determine o tempo que ela permaneceu ligada sabendo que ela sozinha consumiu um total de $0,3 \text{ kWh}$ em 1 dia.

RESPOSTAS

02. a) $i = 0,2 \text{ A}$; b) $P = 2 \times 22 = 88 \text{ W}$; c) $i = 0,8 \text{ A}$ Dica: $P = i \cdot U$

03. $R = 60 \ \Omega$ Dica: $P = R \cdot i^2$

04. a) $P = 50 \text{ W}$ Dica: $P = U^2/R$

b) $E_n = 15.000 \text{ J}$ Dica: $t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$

06. a) $E_n = 0,1 \text{ kWh}$ Dica: $P = 30 - 10 = 20 \text{ W} = 0,02 \text{ kW}$

b) $E_n = 4,8 \text{ kWh}$ Dica: $t = (1 \text{ mês})(30 \text{ dias})(8 \text{ h/dia}) = 240 \text{ h}$

c) R\$ 38,40 Dica: Custo = $(4,8 \text{ kWh})(16 \text{ lâmpadas})(\text{R\$ } 0,50)$

07. a) $E_n = 48 \text{ kWh}$ Dica: $P = 2,4 \text{ kW}$

**b) R\$ 38,40 $t = (4 \text{ pessoas})(2 \text{ banhos})(5 \text{ min})(30 \text{ dias}) = 1.200 \text{ min}$
 $t = 1.200 \text{ min} = 20 \text{ horas}$**

09. $t = 420 \text{ s} = 7 \text{ min}$

Dica: $800 \text{ cal} = 3360 \text{ J}$
 $3360 \times (2,5 \text{ h}) = 8400 \text{ J}$
 $70\% \text{ de } 8400 \text{ J} = 5880 \text{ J}$

11. $t = 1,5 \text{ h} = 90 \text{ min}$

Dica: $P = R \cdot i^2 = 8640 \text{ W} = 8,64 \text{ kW}$

12. $t = 15 \text{ horas}$

Dica: $P = i \cdot U = 20 \text{ W} = 0,02 \text{ kW}$

ELETROMAGNETISMO

ELETROSTÁTICA

CARGA TOTAL

$$Q = n \cdot e$$

FORÇA ELETROSTÁTICA

$$F = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{d^2}$$

TRABALHO DO POTENCIAL

$$W = q(V_A - V_B)$$

CAMPO ELÉTRICO

$$E = k \frac{|Q|}{d^2}$$

POTENCIAL ELÉTRICO

$$V = k \frac{|Q|}{d}$$

n: Número de elétrons ou prótons em excesso
e: Carga Elementar [1,62 x 10⁻¹⁹ C]
F: Força Elétrica [N]
E: Campo Elétrico [N/C]
V: Potencial Elétrico [Volt - V]
W: Trabalho [J]
Q, q: Carga Elétrica [C]
d: Distância [m]
k: Constante Elétrica [8,99 N.m²/C²]

ELETRODINÂMICA

CORRENTE ELÉTRICA

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

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

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

1ª LEI DE OHM

$$U = R \cdot i$$

POTÊNCIA ELÉTRICA

$$P = i \cdot U$$

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

i: Corrente Elétrica [A]
 ΔQ : Variação de Carga [C]
 Δt : Variação do Tempo [s]
U: Tensão/ d.d.p. [V]
R: Resistência [Ω]
P: Potência [W]
 ρ : Resistividade do material
L: Comprimento [m]
A: Área Transversal [m²]

CAPACITORES

CAPACITÂNCIA

$$C = \frac{Q}{U}$$

ENERGIA POTENCIAL

$$E_p = \frac{Q \cdot U}{2}$$

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

CAPACITÂNCIA

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

C: Capacitância [F]
Q: Carga Armazenada [C]
U: Tensão/ d.d.p. [V]
E_p: Energia Potencial [J]
d: Distância entre as Placas [m]
A: Área das Placas [m²]
 ϵ_0 : Permissividade Elétrica [F/m]

MAGNETISMO

CAMPO MAGNÉTICO GERADO PELO FIO

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi d}$$

CAMPO MAGNÉTICO (ESPIRA)

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$$

CAMPO MAGNÉTICO (BOBINA CHATA)

$$B = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot i}{2R}$$

CAMPO MAGNÉTICO (SONENÓIDE)

$$B = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot i}{L}$$

FORÇA MAGNÉTICA

$$F = q \cdot V \cdot B \cdot \text{sen}(\theta)$$

FLUXO MAGNÉTICO

$$\Phi = B \cdot A \cdot \text{cos}(\theta)$$

TRANSFORMADORES

$$U_1 \cdot N_2 = U_2 \cdot N_1$$

B: Campo Magnético [T]
i: Corrente Elétrica [A]
R: Raio/Distância [m]
d: Distância [m]
N: Número de Espiras
 μ_0 : Permeabilidade do meio [T.m/A]
 θ : Ângulo [graus ou radianos]
U: Diferença de Potencial [V]
V: Velocidade [m/s]
q: Carga Elétrica [C]
L: Comprimento [m]