

# Centro

# Física

## Prof.: Mauricio

Esta apostila é apenas uma referência do conteúdo a ser trabalhado. Cabe ao aluno buscar aprofundamentos em outros materiais de pesquisa, tais como livros, etc...

**Portanto a prova pode conter problemas diferentes dos contidos nesta apostila.**

## Os ramos da física

Com o desenvolvimento científico, intensificado sobre tudo a partir do século XVII, a física foi se destacando de outras ciências e seu campo de abrangência, se ampliando. Os pesquisadores da área julgaram, então, conveniente agrupar em ramos, com denominações diferentes, o estudo dos fatos que apresentassem propriedades semelhantes e que pudessem ser relacionados e descritos por leis comuns. Surgiram, então, os seguintes ramos da física:

- 1) **mecânica** - trata dos fenômenos relacionados com o movimento dos corpos. Estamos, pois, tratando com fenômenos mecânicos quando estudamos o movimento de queda de um corpo, o movimento dos planetas, a colisão de dois automóveis, etc.
- 2) **calor** - como o próprio nome indica, neste ramo são estudados os fenômenos térmicos. A variação da temperatura de um corpo, a fusão de um pedaço de gelo e a energia térmica são exemplos de fenômenos incorporados neste ramo da física.
- 3) **movimento ondulatório** - estudamos nesta parte da física as propriedades das ondas que se propagam em um meio material, como as ondas em uma corda ou na superfície da água. Também são analisados, aqui, os fenômenos sonoros, porque o som nada mais é do que um tipo de onda que se propaga em meios materiais.
- 4) **óptica** - é a parte da física que estuda os fatos relacionados com a luz. A formação de sua imagem em um espelho, a observação de um objeto distante através de uma luneta, a separação da luz solar nas cores do arco-íris, etc., são todos fenômenos ópticos.
- 5) **eletricidade** - neste ramo estão incluídos os fenômenos elétricos e magnéticos. Desta maneira, são estudadas as atrações e repulsões entre os corpos eletrizados, o funcionamento dos diversos aparelhos eletrodomésticos, as propriedades de um ímã, a produção de um relâmpago em uma tempestade, etc.
- 6) **física moderna** - esta parte cobre o desenvolvimento da física alcançado no século XX.

Tradicionalmente, a física é apresentada através desses ramos. Por comodidade didática, esse mesmo critério de classificação é respeitado na maioria dos textos de ensino da física. Esses ramos, no entanto, não constituem compartimentos estanques; pelo contrário, os fenômenos estudados em cada um deles estão relacionados entre si através de um pequeno número de princípios básicos, sendo possível, então, encará-los como um todo, tornando a física uma estrutura lógica e consistente.

### I. ELETROSTÁTICA

Neste capítulo, é dado início ao estudo de uma propriedade física denominada carga elétrica.

A Eletricidade é a parte da Física que analisa os fenômenos que envolvem a carga elétrica e é dividida, didaticamente, em três segmentos: Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo. É o primeiro destes segmentos que passa a ser estudado inicialmente.

*Eletrostática*: segmento da Eletricidade que analisa os fenômenos relacionados às cargas elétricas, com a particularidade de que as partículas portadoras destas cargas estão em repouso, em relação a um referencial inercial.

#### 1. CARGA ELÉTRICA

E o que é a carga elétrica?

Na Grécia Antiga, o filósofo Tales de Mileto verificou que um pedaço de âmbar, atritado com um outro material, adquiria a propriedade de atrair corpos leves como, por exemplo, palhas e fragmentos de madeira. O desenvolvimento dos estudos desse fenômeno ocorreu somente após o ano de 1600.

Hoje, sabe-se que tal propriedade é associada a algumas partículas elementares, como prótons e elétrons, que são exemplos de portadores de carga elétrica.

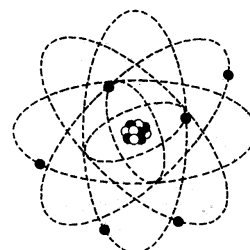
**CARGA ELÉTRICA**: propriedade inerente de determinadas partículas elementares, que proporciona a elas a capacidade de interação mútua, de natureza elétrica.

#### 2. CARGA ELÉTRICA ELEMENTAR

Pelo estudo dos fenômenos elétricos, verificou-se que existem dois tipos de cargas elétricas. Convencionou-se, então, que a carga do elétron seria negativa e a do próton, positiva.

A estrutura atômica mostra que os elétrons são as partículas que orbitam em torno do núcleo, onde se localizam os prótons.

Elétron → carga elétrica negativa	⊖
Próton → carga elétrica positiva	⊕



Experimentalmente, concluiu-se que as quantidades de carga elétrica do elétron e do próton são iguais em valores absolutos. A este valor deu-se o nome de quantidade de carga elétrica elementar (e):

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C onde a unidade de medida é C (Coulomb).}$$

### Exercícios

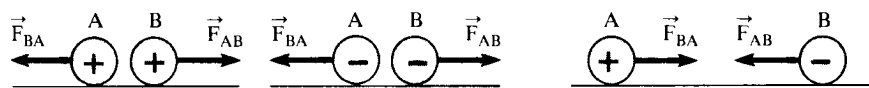
- Uma esfera metálica M, negativamente eletrizada, é posta em contato com outra esfera condutora N, não eletrizada. Durante o contato ocorre deslocamento de:
  - prótons e elétrons de M para N.
  - prótons de N para M.
  - prótons de M para N.
  - elétrons de N para M.
  - elétrons de M para N.
- Sabe-se que a carga do elétron vale  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Considere-se um bastão de vidro que foi atritado e perdeu elétrons, ficando positivamente carregado com a carga de  $5,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ . Conclui-se que o número de elétrons retirados do bastão foi de aproximadamente:
  - $1,6 \times 10^{16}$
  - $3,1 \times 10^{11}$
  - $2,5 \times 10^{10}$
  - $3,1 \times 10^{13}$
  - $1,6 \times 10^{15}$
- Um corpo tem  $2 \times 10^{18}$  elétrons e  $4 \times 10^{18}$  prótons. Dado que a carga elétrica de um elétron (ou de um próton) vale, em módulo,  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , podemos afirmar que o corpo está carregado com uma carga elétrica de:
  - $-0,32 \text{ C}$
  - $0,32 \text{ C}$
  - $0,64 \text{ C}$
  - $-0,64 \text{ C}$

### 3. PRINCÍPIOS DA ELETROSTÁTICA

A Eletrostática é alicerçada nos seguintes princípios:

#### a. PRINCÍPIO DA ATRAÇÃO E REPULSÃO:

Partículas portadoras de cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e as de sinais opostos se atraem.



#### b. PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS:

A soma algébrica das quantidades de carga elétrica, num sistema eletricamente isolado, é constante. ,

$$Q_A + Q_B + Q_C = Q_A' + Q_B' + Q_C'$$

### 4. CONDUTORES E ISOLANTES

Os meios materiais, quanto ao comportamento elétrico, podem ser classificados em:

- CONDUTORES: materiais nos quais os portadores de carga elétrica têm grande liberdade de movimento; podem ser de dois tipos:
- ISOLANTES ou DIELÉTRICOS: materiais nos quais os portadores de carga elétrica não encontram facilidade de movimento. Exemplos: ar atmosférico, água pura, ebonite\*, vidro, borracha, mica, plástico etc.

\* Ebonite: substância resultante da vulcanização da borracha; é dura e apresenta coloração negra.

### 5. CORPO ELETRIZADO

Diz-se que um corpo está eletrizado quando possui o número de elétrons diferente do número de prótons. Tem-se, então:

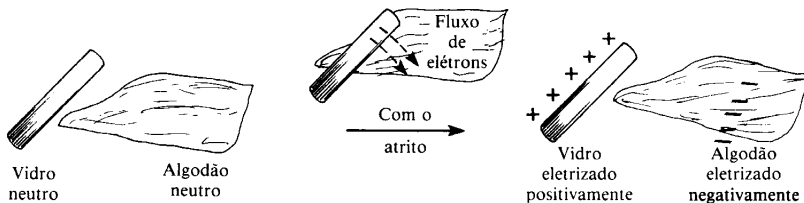
<p>a. CORPO ELETRIZADO POSITIVAMENTE:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math>n^\circ \text{ de elétrons} &lt; n^\circ \text{ de prótons}</math> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;">         há falta de elétrons, por tê-los perdido       </div> </div>	<p>b. CORPO ELETRIZADO NEGATIVAMENTE:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math>n^\circ \text{ de elétrons} &gt; n^\circ \text{ de prótons}</math> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;">         há excesso de elétrons, por tê-los recebido       </div> </div>
<p>c. CORPO ELETRICAMENTE NEUTRO:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <math>n^\circ \text{ de elétrons} = n^\circ \text{ de prótons}</math> </div>	

## 6. ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Um dos processos pelos quais se realiza a eletrização de um corpo neutro é através do atrito entre materiais diferentes. É o método denominado **triboeletrização ou eletrização por atrito**.

Quando dois corpos neutros, de materiais diferentes, são atritados, ocorre uma troca de elétrons entre eles, um cedendo para o outro. Em consequência, um corpo eletriza-se positivamente e o outro, negativamente, com quantidades de carga elétrica iguais em valores absolutos.

Para se conhecer os sinais das cargas elétricas dos corpos após o atrito, faz-se o uso de uma tabela que ordena os materiais: a série triboelétrica.



### SÉRIE TRIBOELETRICA

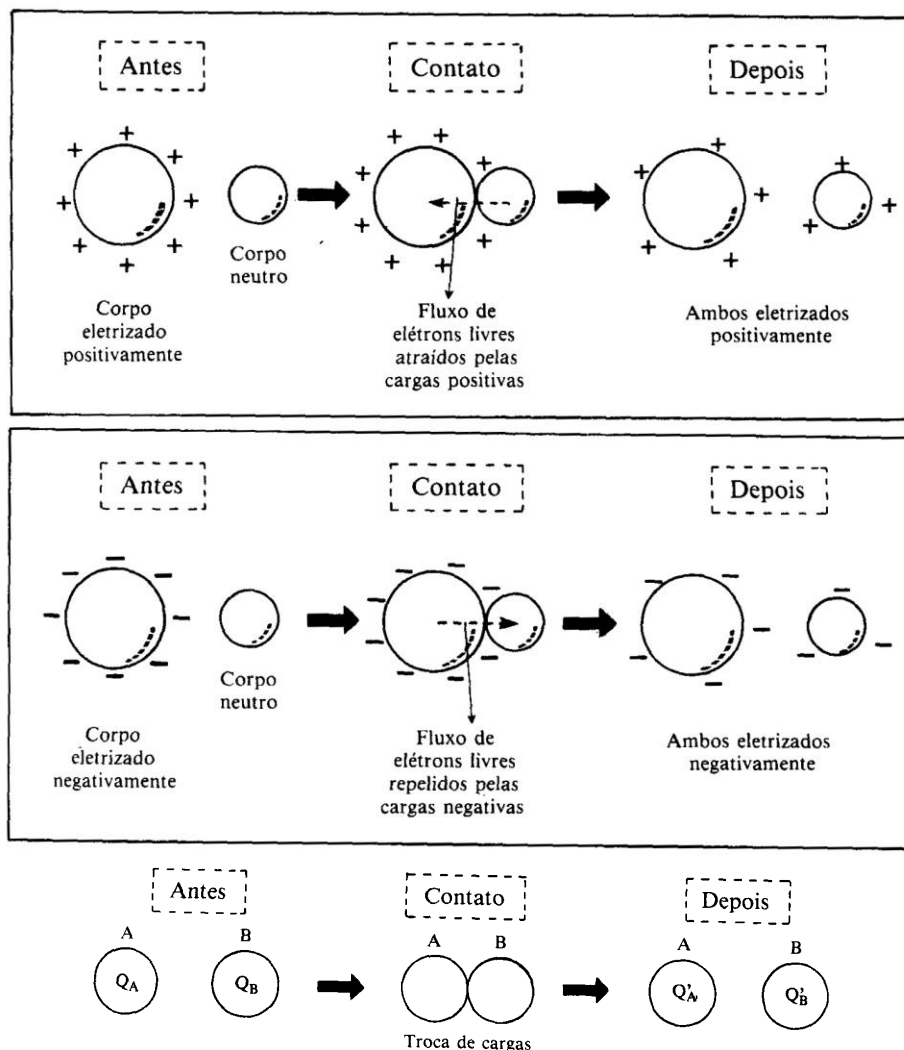
+	Pele de coelho
	Vidro
	Mica
	Lã
	Pele de gato
	Seda
	Algodão
	Madeira
	Âmbar
	Ebonite
	Cobre
	Enxofre
-	Celulósido

Tendência de eletrização

## 7. ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Quando um condutor eletrizado é posto em contato com um outro condutor neutro, há eletrização deste último com o mesmo sinal do primeiro.

No caso particular em que dois condutores apresentam as mesmas dimensões e o mesmo formato, ambos ficam com a mesma quantidade de carga elétrica, após o contato. Isto é mostrado no esquema a seguir:



## 8. ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

No processo de eletrização por indução, o corpo inicialmente neutro a ser eletrizado deve ser um condutor e será denominado induzido.

Os passos para a efetivação desse processo estão descritos a seguir:

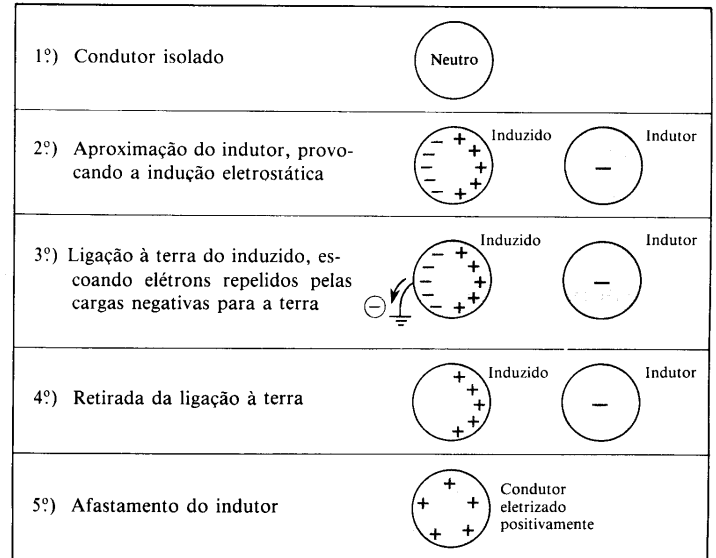
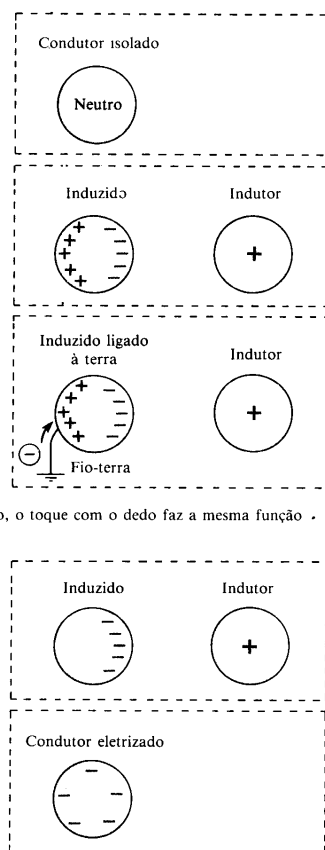
1º) Aproxima-se do induzido um corpo já eletrizado (chamado de **indutor**); se o indutor está carregado positivamente, atrai elétrons livres do induzido, de forma que a região mais próxima do indutor fica negativa e a região oposta, positiva. Esse é o fenômeno da **indução eletrostática**.\*.

2º) Liga-se o induzido à terra, ainda em presença do indutor positivo; então, através do fio-terra, sobem elétrons atraídos pelas cargas positivas, carregando o induzido negativamente.

Obs.: Se o induzido for um corpo pequeno, o toque com o dedo faz a mesma função da ligação à terra.

3º) Desliga-se o contato com a terra, ainda com o indutor presente nas proximidades.

4º) Afasta-se o indutor do induzido; os elétrons em excesso espalham-se pela superfície do induzido, completando a eletrização por indução através de um indutor positivo.



Caso o indutor esteja carregado negativamente, o induzido ficará eletrizado positivamente, conforme a sequência dos esquemas:

Pode-se concluir que a atração entre dois corpos ocorre quando:

a) ambos estão eletrizados com cargas elétricas de sinais opostos ou

b) um deles está eletrizado e o outro neutro, devido ao fenômeno da indução eletrostática. Mas, note-se que a repulsão só ocorre quando ambos estão eletrizados com cargas elétricas de mesmo sinal.

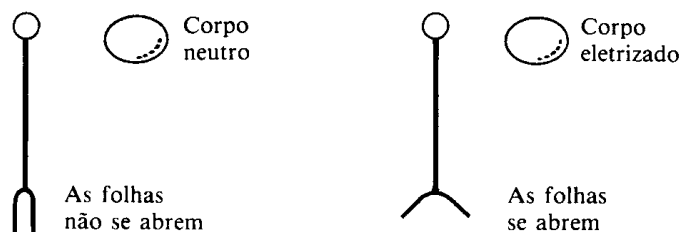
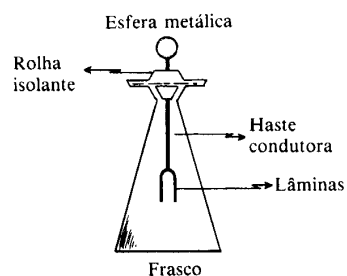
## 9. ELETROSCÓPIOS

Os aparelhos que se destinam à verificação da eletrização dos corpos são chamados de **eletroscópios**. Eles indicam se um corpo está ou não eletrizado.

Eletroscópio de folhas é um sistema constituído de um frasco, uma esfera metálica, uma haste condutora, uma rolha isolante e duas lâminas (folhas) metálicas delgadas (ouro ou alumínio).

Aproximando-se um corpo da esfera, ele estará descarregado se as folhas não se abrirem; caso esteja eletrizado, ocorrerá a indução eletrostática, deixando as folhas com cargas de mesmo sinal, o que provoca a sua abertura devido à repulsão:

### ELETROSCÓPIO DE FOLHAS



## Exercícios

4. Duas esferas metálicas inicialmente eletrizadas com cargas  $10\ \mu\text{C}$  e  $-2\ \mu\text{C}$  são postas em contato. Após o equilíbrio eletrostático, as esferas são separadas. Percebe-se que a primeira fica com carga de  $5\ \mu\text{C}$  e a outra com  $3\ \mu\text{C}$ . É correto afirmar que, durante o contato, a segunda esfera:

- a) recebeu  $3\ \mu\text{C}$  de prótons.
- b) perdeu  $2\ \mu\text{C}$  de elétrons.
- c) perdeu  $5\ \mu\text{C}$  de elétrons.
- d) perdeu  $3\ \mu\text{C}$  de prótons.
- e) recebeu  $5\ \mu\text{C}$  de elétrons.

5. Três bolas metálicas podem ser carregadas eletricamente. Observa-se que cada uma das três bolas atrai uma das outras duas. Três hipóteses são apresentadas:

- I. Apenas uma das bolas está carregada.
- II. Duas das bolas estão carregadas.
- III. As três bolas estão carregadas.

O fenômeno pode ser explicado:

- a) somente pelas hipóteses II ou III.
- b) somente pela hipótese I.
- c) somente pela hipótese III.
- d) somente pela hipótese II.
- e) somente pelas hipóteses I ou II.

6. Identifique a afirmativa incorreta:

- a) Se um corpo neutro perder elétrons, ele fica eletrizado positivamente.
- b) Atritando-se um bastão de vidro com uma flanela, ambos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas de mesmo módulo e sinais opostos.
- c) O fenômeno da indução eletrostática consiste na separação de cargas no induzido, pela presença do indutor eletrizado.
- d) Aproximando-se um condutor eletrizado negativamente de outro neutro, sem toca-lo, este permanece com carga total nula, sendo, no entanto, atraído pelo eletrizado.
- e) Um corpo carregado pode repelir um corpo neutro.

7. Se aproximarmos um condutor carregado eletricamente com cargas negativas de um condutor neutro, sem que haja contato, então:

- a) o condutor neutro fica com carga total negativa e é repelido pelo condutor carregado.
- b) o condutor neutro continua com carga total nula mas não é atraído nem repelido pelo condutor carregado.
- c) o condutor neutro continua com carga total nula mas é atraído pelo condutor carregado.
- d) o condutor neutro fica com carga total positiva e é atraído pelo condutor carregado.
- e) N. d. a.

8. Pessoas que têm cabelos secos observam que quanto mais tentam assentar os cabelos mais os fios ficam ouriçados (em dias secos). Este fato pode ser explicado por:

- a) eletrização por atrito.
- b) eletrização por indução.
- c) fenômenos magnéticos.
- d) fenômenos químicos.
- e) fenômenos biológicos.

9. Não é possível eletrizar uma barra metálica segurando-a com a mão, porque:

- a) a barra metálica é isolante e o corpo humano bom condutor.
- b) a barra metálica é condutora e o corpo humano isolante.
- c) tanto a barra metálica como o corpo humano são bons condutores.
- d) a barra metálica é condutora e o corpo humano semicondutor.
- e) tanto a barra metálica como o corpo humano são isolantes.

10. Considere as afirmações abaixo:

- I. Um corpo, ao ser eletrizado, ganha ou perde elétrons.
- II. É possível eletrizar uma barra metálica por atrito segurando-a com a mão, pois o corpo humano é de material semicondutor.
- III. Estando inicialmente neutros, atrita-se um bastão de plástico com lã, consequentemente esses dois corpos adquirem cargas elétricas de mesmo valor e naturezas (sinais) opostas.

Assinale:

- a) se somente I estiver correta.
- b) se somente II estiver correta.
- c) se somente III estiver correta.
- d) se I e III estiverem corretas.
- e) se nenhuma estiver correta.

## 10. FORÇA ELÉTRICA

### LEI DE COULOMB

“O módulo da força de interação eletrostática entre duas partículas é diretamente proporcional ao produto dos valores absolutos de suas cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa”.

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2} \quad F \Rightarrow \text{Newton (N)}$$

A constante de proporcionalidade (k) depende do meio em que estão imersas as partículas e é denominada **constante eletrostática**. O valor de k no vácuo é:  $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ .

## 11. CAMPO ELÉTRICO

Considere uma carga central Q. ao se colocar, nas proximidades, uma carga de prova q, esta será atraída ou repelida pela carga Q. então, diz-se que a carga q está imersa num campo elétrico gerado pela carga Q.

Para Q+, campo elétrico de afastamento e para Q-, campo elétrico de aproximação.

Se  $q > 0$ , então, F e E tem mesmo sentido. Se  $q < 0$ , então F e E tem sinais opostos.

**CAMPO ELÉTRICO:** região do espaço em torno de uma carga ou superfície carregada (Q), onde qualquer corpo eletrizado fica sujeito à ação de uma força de origem elétrica.

Considerando um condutor esférico eletrizado com uma carga Q. Essa carga se distribui sempre na superfície externa do condutor, não havendo carga internamente, seja o condutor maciço ou oco. Então:

- O campo elétrico é nulo em qualquer ponto interno do condutor;
- O campo elétrico nos pontos externos ao condutor é idêntico ao gerado por uma carga elétrica pontual, considerando a carga no centro do condutor.

- Para calcular o campo elétrico num ponto externo P, a fórmula é a mesma da carga pontual, sendo a distância d tomada a partir do centro do condutor.

$$E = k \cdot \frac{Q}{d^2} \quad E \Rightarrow \text{N/C (Newton por coulomb)}$$

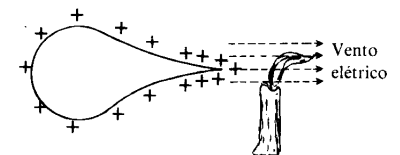
Como as cargas elétricas se concentram na superfície do condutor, objetos que possuem pontas, apresentam maior densidade de carga nestas pontas, caracterizando o que chamamos de poder das pontas.

### Poder Das Pontas

Numa esfera eletrizada em equilíbrio eletrostático, a distribuição das cargas é uniforme. Entretanto, se o condutor em equilíbrio eletrostático for de forma geométrica variável, a concentração das cargas será maior nas regiões mais pontiagudas.

Quando um condutor eletrizado, com forma pontiaguda, é mergulhado no ar (normalmente isolante), os átomos que existem na atmosfera são polarizados pelo campo elétrico, nas proximidades das pontas.

Se a intensidade do campo elétrico for suficientemente alta, os íons atraídos ou repelidos entrarão em colisão com outros átomos, produzindo mais íons e tornando o ar (nas proximidades da ponta) mais condutor. Esse fenômeno é conhecido como poder das pontas. Tal propriedade é utilizada, por exemplo, em pára-raios.



Quando a ionização se tornar mais intensa, a região em torno da ponta poderá ficar luminosa, devido à luz emitida pelas colisões, e até provocar um deslocamento de ar, chamado de vento elétrico.

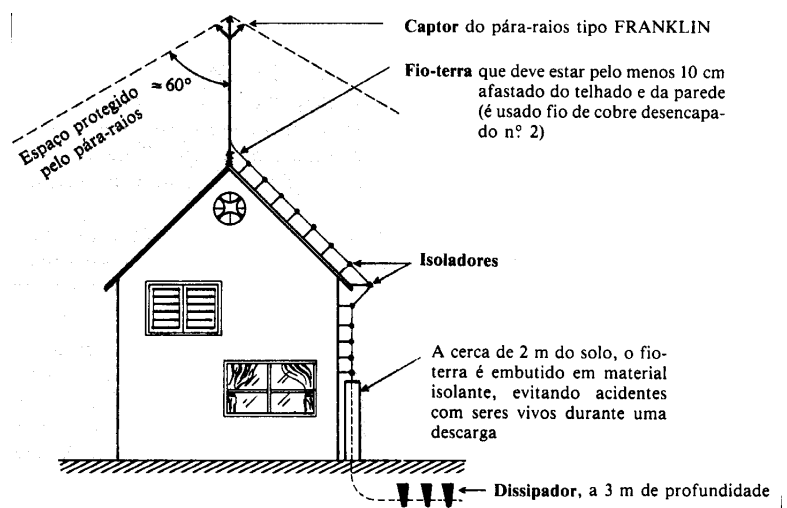
### Pára-Raios

De cada um milhão de raios que “caem”, apenas três causam acidentes e estragos aos homens.

Uma descarga elétrica na atmosfera pode atingir a ordem de  $10^5$  ampères, elevando a temperatura de suas proximidades a mais de  $10^4$  °C.

A proteção contra os raios, apesar de não ser 100% segura, é feita por pára-raios.

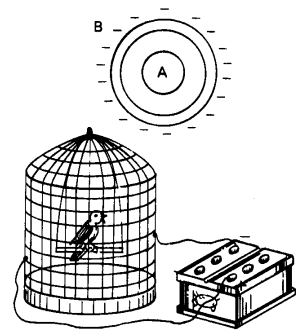
**PÁRA-RAIOS:** sistema de condutores de metal ligados à terra. Sua função é captar, conduzir e dissipar as descargas elétricas atmosféricas.



## Blindagem Eletrostática

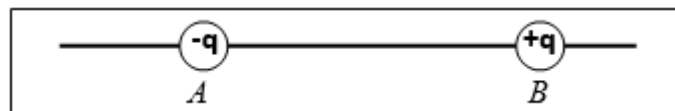
Considere-se um corpo A, neutro e em equilíbrio eletrostático. Envolve-se o corpo A com um condutor B, oco, inicialmente neutro. Carrega-se o corpo B com uma carga  $Q$ . No interior do condutor B, o campo elétrico resultante é nulo e o potencial é constante. O condutor A está, então, livre das influências elétricas externas e diz-se que está criada a blindagem eletrostática.

Na prática, isso pode ser comprovado facilmente, utilizando-se de uma gaiola com um passarinho no poleiro. Elettrizam-se as grades metálicas da gaiola e o passarinho continuará como se nada estivesse acontecendo.



## Exercícios

11. Duas cargas elétricas ( $-q$  e  $+q$ ) estão fixas nos pontos A e B, conforme a figura. Uma terceira carga negativa  $Q$  é abandonada num ponto da reta AB.



Pode-se afirmar que a carga  $Q$ :

- a) permanecerá em repouso se for colocada no meio do segmento AB.
- b) mover-se-á para a direita se for colocada no meio do segmento AB.
- c) mover-se-á para a direita se for colocada à esquerda de A.
- d) mover-se-á para a direita se for colocada à direita de B.
- e) mover-se-á para a esquerda se for colocada à direita de B.

12. Uma observação comum na nossa vida diária diz respeito à atração de pequenos pedaços de papel por um pente de plástico que foi passado no cabelo. Considere as seguintes proposições:

- I. Os cabelos estão carregados eletricamente.
- II. O pente, ao ser atritado contra o cabelo, é carregado eletricamente.
- III. Os pedaços de papel são corpos carregados eletricamente.
- IV. Os pedaços de papel são atraídos por indução.

A melhor explicação para o fenômeno se deve à combinação das proposições:

- a) I, II e III      b) I e IV      c) I e III      d) II e IV      e) apenas II

13. A lei de Coulomb afirma que a força de interação elétrica de partículas carregadas é proporcional:

- I. às cargas das partículas.
- II. às massas das partículas.
- III. ao quadrado da distância entre as partículas.
- IV. à distância entre as partículas.

Das afirmativas acima:

- a) somente I é correta.      b) somente I e III são corretas.      c) somente II e III são corretas.
- d) somente II é correta.      e) somente I e IV são corretas.

14. Relâmpagos e trovões, fenômenos que surgem durante as tempestades, sempre impressionaram o homem, desde a antiguidade. Diversas foram as explicações para tais fenômenos naturais. Acerca deste tema, julgue os itens a seguir:

- a) ( ) O relâmpago pode ser caracterizado como uma enorme centelha elétrica que salta de uma nuvem para outra, ou entre a terra e as nuvens.
- b) ( ) Os pára-raios são instrumentos de proteção contra os danos causados pelos raios, porque repelem a carga elétrica.
- c) ( ) Durante a formação de uma tempestade, ocorre a separação das cargas elétricas, positivas e negativas das nuvens.
- d) ( ) O trovão é o ruído causado pelo choque entre duas nuvens carregadas.
- e) ( ) A luz emitida pelo relâmpago tem velocidade de propagação menor que a do som do trovão.



15. Duas cargas puntiformes de  $5 \times 10^{-5} \text{C}$  e  $-4 \times 10^{-5} \text{C}$ , no vácuo, estão separadas por uma distância de 3m. Determinar a intensidade da força elétrica de atração entre elas. Dado  $K_0 = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ .
16. Duas cargas elétricas puntiformes de  $2 \times 10^{-4} \text{C}$  e  $10 \times 10^{-5} \text{C}$ , no vácuo, estão separadas pela distância de 20cm. Calcule a intensidade da força de repulsão entre elas.
17. A força de interação elétrica entre duas cargas elétricas puntiformes iguais, situadas no vácuo a uma distância de 2m uma da outra, é de 202,5N. Qual o valor das cargas.
18. Determine a que distância devem ficar localizadas, no vácuo, duas cargas pontuais idênticas, de módulo  $1 \mu \text{C}$ , para que a força de interação eletrostática entre elas sejam de 30N.
19. Uma carga de prova  $q = -2 \mu \text{C}$ , colocada na presença de um campo elétrico E, fica sujeita a uma força de intensidade 4N, horizontal, da direita para a esquerda. Determine as características do vetor campo elétrico E.
20. Uma carga de prova  $q = 3 \text{C}$ , colocada na presença de um campo elétrico  $E = 4 \text{N/C}$ , fica sujeita a uma força de intensidade:

## 12. POTENCIAL ELÉTRICO (V)

Conceito relacionado à medida da quantidade de energia potencial ( $E_{\text{pot}}$ ) – de natureza elétrica – adquirida por unidade de carga, quando um corpo eletrizado é imerso num campo elétrico.

$$V = k \cdot \frac{Q}{d} \quad \text{medido em volt (V)}$$

## 13. TRABALHO DE UMA FORÇA ELÉTRICA

É a energia necessária para deslocar uma carga  $q$  de um ponto a outro (de potencial diferente) dentro de um campo elétrico uniforme.

$$\tau = E_{\text{potA}} - E_{\text{potB}} \quad \text{O trabalho é medido em joule (J)}$$

## 14. ENERGIA POTENCIAL

É a energia necessária para deslocar uma carga  $q$  de um ponto qualquer até o infinito

$$E_{\text{pot}} = q \cdot V \quad \text{ou} \quad E_{\text{pot}} = k \cdot \frac{q \times Q}{d} \quad E_{\text{pot}} \Rightarrow \text{Joule (J)}$$

## 15. DIFERENÇA DE POTENCIAL (ddp) ou (U)

É a diferença entre potenciais elétricos situados em pontos distintos do campo elétrico gerado por uma carga  $Q$  qualquer.

A ddp também é chamada de tensão e também é medida em volt (V).

$$U = V_A - V_B$$

## 16. ENERGIA CONSUMIDA ( $E_{\text{CONS}}$ ) E POTENCIA ELÉTRICA (P)

Potencia elétrica é a capacidade de realizar trabalho por unidade de tempo, ou seja, de mover uma carga  $q$  de um ponto de potencial para outro por unidade de tempo.

A potencia elétrica é medida em watt (W) ou KW (1000 W).

$E_{\text{cons}} = P \cdot \Delta t$ , onde  $E_{\text{cons}} \Rightarrow \text{Joule (J)}$ . Para cálculo do consumo residencial, devemos usar o valor da potência em KW, pois a  $E_{\text{cons}}$  deve, neste caso, ser dada em KW.h.

## Exercícios

21. Quando se aproximam duas partículas que se repelem, a energia potencial das duas partículas:
- a) aumenta.
  - b) diminui.
  - c) fica constante.
  - d) diminui e em seguida aumenta.
  - e) aumenta e em seguida diminui.
22. Uma pequena esfera metálica maciça é carregada ao potencial positivo de 1 volt e introduzida em uma grande esfera metálica oca, carregada ao potencial de  $10^4$  volts. Se a esfera pequena é posta em contato com a superfície da esfera oca:
- a) uma parte da carga da esfera oca se transfere para a esfera maciça, cujo potencial cai a zero.
  - b) uma parte da carga da esfera oca se transfere para a esfera maciça, cujo potencial se eleva para  $10^4$  volts.
  - c) uma parte da carga da esfera maciça se transfere para a esfera oca, e o potencial da esfera maciça cai a zero.
  - d) toda a carga da esfera maciça se transfere para a esfera oca, e o potencial da esfera maciça fica =  $10^4$  Volts.
  - e) Nenhuma das respostas anteriores.
23. Uma esfera condutora, que inicialmente se encontra carregada positivamente, é colocada em contato com outra esfera inicialmente neutra. Pode-se afirmar que, depois de estabelecido o equilíbrio elétrico entre ambas:
- a) as duas esferas terão mesmas cargas, desde que sejam constituídas de um mesmo material.
  - b) o campo esférico em torno das esferas será uniforme.
  - c) a esfera de maior raio terá maior potencial que a outra.
  - d) ambas adquirem o mesmo potencial.
  - e) a intensidade do campo será maior na esfera de maior raio.
24. Quando se unem entre si, por meio de um fio condutor, dois corpos condutores eletrizados, inicialmente em equilíbrio eletrostático:
- a) as cargas dos dois condutores ficam iguais.
  - b) há transferência de carga de um para o outro condutor até que suas capacidades fiquem iguais.
  - c) há transferência de carga de um para o outro condutor até que os seus potenciais se igualem.
  - d) a carga elétrica transfere-se totalmente de um para o outro.
25. Dada uma carga puntiforme  $Q = 2\mu\text{C}$  e uma carga de prova  $q = 1\mu\text{C}$ . Considerando um ponto A e um ponto B, dispostos respectivamente a 1m e a 2m de Q, julgue os itens abaixo.
- a) ( ) O trabalho realizado para deslocar q de A para B é de  $9 \times 10^{-3}\text{J}$ .
  - b) ( ) O potencial elétrico em B é de  $18 \times 10^3\text{V}$ .
  - c) ( ) O trabalho da força elétrica é numericamente igual a ddp.
  - d) ( ) A ddp entre A e B é  $9 \times 10^{-3}\text{V}$ .
  - e) ( ) A energia potencial no ponto A é de  $18 \times 10^{-3}\text{V}$ .
26. Quando vamos a um supermercado, precisamos de unidades de medidas para definir o que vamos comprar e quanto comprar. Acerca do tema, julgue os itens.
- a) ( ) Newton (N) é unidade de força.
  - b) ( ) Newton/Coulomb (N/C) é unidade de potencial elétrico.
  - c) ( ) Potência é medida em volts (V).
  - d) ( ) A capacidade é medida em Farad (C).
  - e) ( ) O trabalho da força elétrica é medido em Joule (J).
27. Num campo elétrico, uma carga de prova é levada de um ponto A até um ponto B muito afastado, tendo as forças elétricas realizado um trabalho de 100J. A energia potencial  $E_P$  da carga no ponto A é:
- a) 0,1 J      b) 1 J      c) 10 J      d) 100J      e) 1000 J
28. O potencial elétrico em um ponto P, situado a 40 cm de uma carga de  $8\mu\text{C}$  será de:
- a)  $0,18 \times 10^4\text{V}$       b)  $1,8 \times 10^4\text{V}$       c)  $18 \times 10^4\text{V}$       d)  $180 \times 10^4\text{V}$       e) 1800 V

29. O trabalho realizado pela força elétrica para deslocar uma carga de 2 C do ponto A ao infinito do campo é de 60 J. O potencial elétrico no ponto A é:

- a) 0,3 V                      b) 3 V                      c)  $3 \times 10^1$  V                      d)  $3 \times 10^2$  V                      e) 300 V

30. Se entre dois pontos A e B, o campo elétrico é uniforme e é de  $10^5$  N/C e a distância entre elas é de 0,2 cm. Já que a relação  $U_{AB} = E \cdot d$  é válida para um campo elétrica uniforme (obs.:  $U \rightarrow$  é a ddp,  $d \rightarrow$  é a distância entre os pontos e  $E \rightarrow$  campo elétrico uniforme); Podemos afirmar que a ddp entre esses pontos é de:

- a)  $2 \times 10^{-1}$  V                      b)  $2 \times 10^{-2}$  V                      c)  $2 \times 10^1$  V                      d)  $2 \times 10^2$  V                      e)  $2 \times 10^3$  V

31. O trabalho realizado por uma carga de prova de um campo elétrica pode ser expresso por  $T_{AB} = q \cdot (V_A - V_B)$ . Se a distância entre os pontos A e B for 2 cm e a ddp for de 200 V, o trabalho realizado será de 1 J, desde que o valor da carga de prova seja de:

- a)  $5 \times 10^{-3}$  C                      b)  $5 \times 10^{-2}$  C                      c)  $1 \times 10^1$  C                      d)  $2 \times 10^2$  C                      e)  $2 \times 10^3$  C

## II. ELETRODINÂMICA

### 1. CORRENTE ELÉTRICA

É a quantidade de elétrons que passam por um condutor por unidade de tempo. É medida em Coulomb/segundo, o que recebe o nome de ampère (A) em homenagem a André-Marie Ampère, físico francês que fez grandes descobertas dentro do campo da eletrodinâmica.

Convém salientar que a corrente elétrica utilizada para colocar o aparelho em funcionamento não é consumida por ele. A quantidade de carga que entra no aparelho é igual à quantidade que sai. Portanto, as cargas não vão sendo consumidas, apenas a energia que elas transportam é que vai sendo utilizada.

$$i = \frac{q}{\Delta t} \quad i \Rightarrow \text{ampère (A)}$$

#### Corrente alternada

É toda corrente elétrica que muda periodicamente de sentido e intensidade.

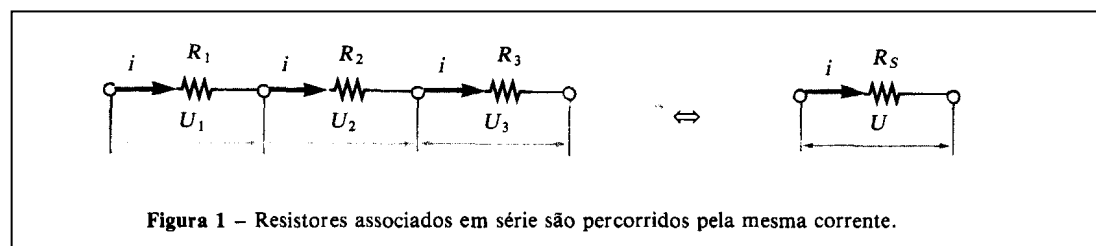
#### Corrente contínua

É a corrente elétrica de sentido e intensidade constantes com o tempo.

### 2. RESISTÊNCIA ELÉTRICA

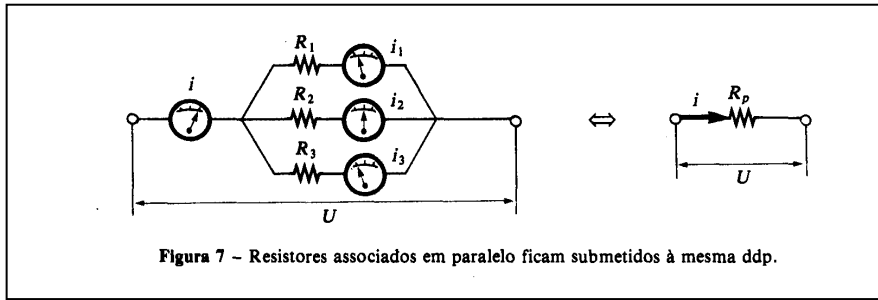
É a propriedade inerente à matéria que restringe (dificulta) a passagem dos elétrons por um condutor e isto causa aquecimento, caracterizando o chamado **efeito joule** que é a transformação da energia elétrica em energia térmica. Então, o resistor, é todo equipamento capaz de transformar a energia elétrica em energia térmica. É medida em ohm ( $\Omega$ ).

#### Resistores associados em série



- a) corrente constante;  
 b) a ddp total  $\Rightarrow U = U_1 + U_2 + U_3$ ;  
 c) a resistência equivalente  $\Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

## Resistores associados em paralelo



- a ddp é constante;
- a intensidade da corrente  $\Rightarrow i = i_1 + i_2$ ;
- o inverso da resistência equivalente  $\Rightarrow 1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 \dots$
- as potências dissipadas são inversamente proporcionais às respectivas resistências.

## 3. RELAÇÃO ENTRE $U$ , $P$ , $I$ e $R$

$$P = U \cdot i \quad U = R \cdot i$$

Onde:  $P \Rightarrow$  potência medida em W

$U \Rightarrow$  diferença de potencial medida em V

$i \Rightarrow$  intensidade da corrente elétrica medida em A

$R \Rightarrow$  resistência elétrica medida em  $\Omega$ .

### Exercícios

1. Uma secção transversal de um condutor é atravessada por um fluxo contínuo de carga de 6 Coulomb por minuto, o que equivale a uma corrente elétrica, em ampères, de:

- 60
- 6
- 1
- 0,1
- 0,6

2. Sob tensão de 6,0 volts, a corrente que passa por um resistor com resistência de  $50\Omega$  tem intensidade:

- 0,12 A
- 8,67 A
- 300 A
- 0,3 A
- 1,2 A

3. Um aparelho eletrodoméstico funciona com tensão de 110 V e potência nominal de 3 300 W. A corrente pelo aparelho, em pleno funcionamento, será de:

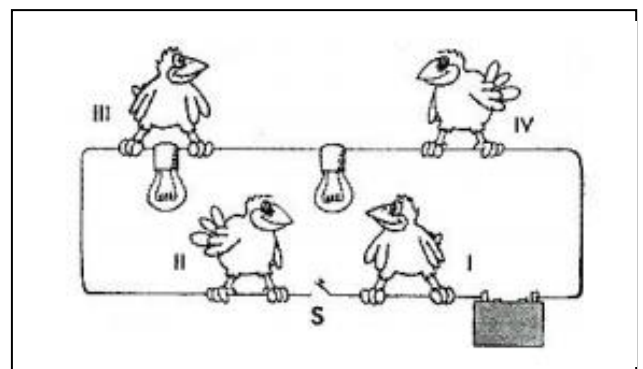
- 30A
- 3A
- 1A
- 330mA
- 33mA

4. Um chuveiro elétrico é construído para a tensão de 220 V, consumindo então potência igual a 2,0 kW. Por engano submete-se o chuveiro a tensão igual a 110 V. Admitindo que a resistência elétrica do chuveiro permaneça invariável, a potência que ele dissipa passa a ser:

- 0,50 kW
- 1,00 kW
- 2,00 kW
- zero
- N.d.a

5. A figura ao lado mostra quatro passarinhos pousados em um circuito no qual uma bateria de automóvel alimenta duas lâmpadas. Ao ligar-se a chave S, o passarinho que pode receber um choque elétrico é o de número:

- I
- II
- III
- IV
- Nenhum levará choque



6. As lâmpadas de uma árvore de Natal suportam uma tensão de no máximo 6 V. Quantas lâmpadas são necessárias, no mínimo, para que se possa ligar o sistema numa tomada de 120 V sem que as lâmpadas queimem?

- 6
- 20
- 120
- 720
- 1200

7. A corrente elétrica através de um fio metálico é constituída pelo movimento de:

- a) cargas positivas no sentido da corrente.
- b) cargas positivas no sentido oposto ao da corrente.
- c) elétrons livres no sentido oposto ao da corrente convencional.
- d) íons positivos e negativos.
- e) prótons no sentido real da corrente.

8. Ao entrar em uma loja de materiais de construção, um eletricitista vê o seguinte anúncio:

*ECONOMIZE: Lâmpadas fluorescentes de 15 W têm a mesma luminosidade (iluminação) que lâmpadas incandescentes de 60 W de potência.*

De acordo com o anúncio, com o intuito de economizar energia elétrica, o eletricitista troca uma lâmpada incandescente por uma fluorescente e conclui que, em 1 hora, a economia de energia elétrica, em kWh, será de

- a) 0,015.
- b) 0,025.
- c) 0,030.
- d) 0,040.
- e) 0,045.

9. Um estudante resolveu acampar durante as férias de verão. Em sua bagagem levou uma lâmpada com as especificações: 220 V - 60 W. No camping escolhido, a rede elétrica é de 110 V. Se o estudante utilizar a sua lâmpada na voltagem do camping:

- a) não terá luz, pois a lâmpada "queimará".
- b) ela brilhará menos, porque a potência dissipada será de 15 W.
- c) ela brilhará menos, porque a potência dissipada será de 30 W.
- d) ela brilhará normalmente, dissipando a potência de 60 W.
- e) não é possível ligar lâmpadas de 220 V em 110 V.

10. Dois chuveiros elétricos, um de 110 V e outro de 220 V de mesma potência, adequadamente ligados, funcionam durante o mesmo tempo. Então, é correto afirmar que:

- a) o chuveiro ligado em 110 V consome mais energia.
- b) no chuveiro ligado em 220 V a corrente é maior.
- c) a corrente é a mesma nos dois chuveiros.
- d) ambos consomem a mesma energia.
- e) o chuveiro ligado em 220 V deixa a água mais quente.

11. Um jovem casal instalou em sua casa uma ducha elétrica moderna de 7 700 watts / 220 volts. No entanto, os jovens verificaram, desiludidos, que toda vez que ligavam a ducha na potência máxima, desarmava-se o disjuntor (o que equivale a queimar o fusível de antigamente) e a fantástica ducha deixava de aquecer. Pretendiam até recolocar no lugar o velho chuveiro de 3 300 watts / 220 volts, que nunca falhou. Felizmente, um amigo - físico, naturalmente - os socorreu. Substituiu o velho disjuntor por outro, de maneira que a ducha funcionasse normalmente. A partir desses dados, assinale a única alternativa que descreve corretamente a possível troca efetuada pelo amigo.

- a) Substituiu o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 30 ampères.
- b) Substituiu o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 40 ampères.
- c) Substituiu o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 40 ampères.
- d) Substituiu o velho disjuntor de 30 ampères por um novo, de 20 ampères.
- e) Substituiu o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 20 ampères.

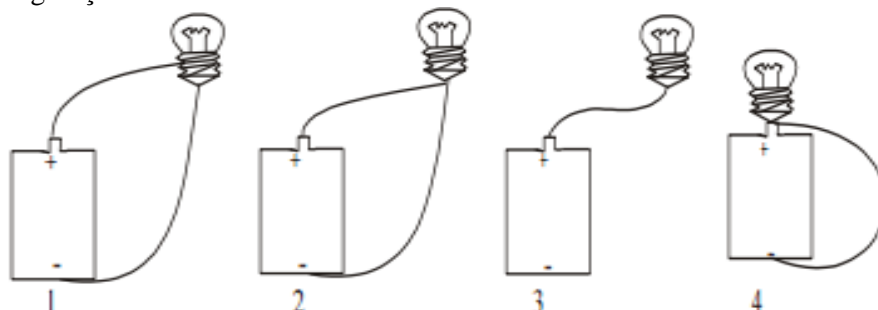
12. Zezinho, querendo colaborar com o governo no sentido de economizar energia elétrica, trocou seu chuveiro de valores nominais 110 V - 2 200 W por outro de 220 V - 2 200 W. Com isso, ele terá um consumo de energia elétrica:

- a) idêntico ao anterior.
- b) 50% maior
- c) 50% menor.
- d) 25% maior
- e) 100% maior

13. A intensidade luminosa da lâmpada de filamento de uma lanterna a pilhas diminui, quando esta for usada por um longo tempo. A melhor explicação para esse fato é:

- As conexões das pilhas se oxidam.
- A força eletromotriz das pilhas diminui.
- A resistência interna das pilhas aumenta.
- A resistência do filamento da lâmpada aumenta.
- A resistência interna da pilha diminui

14. Observe as configurações abaixo:



Aquela que permite acender uma lâmpada de lanterna, usando uma pilha comum e alguns pedaços de fio, é a de número:

- 1
- 2
- 3
- 4

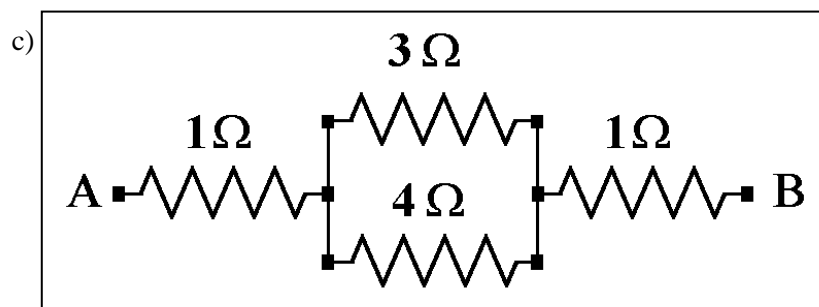
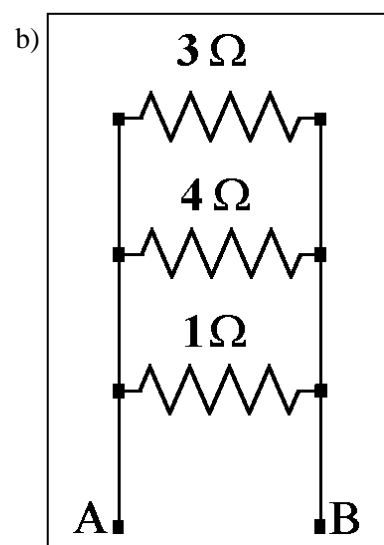
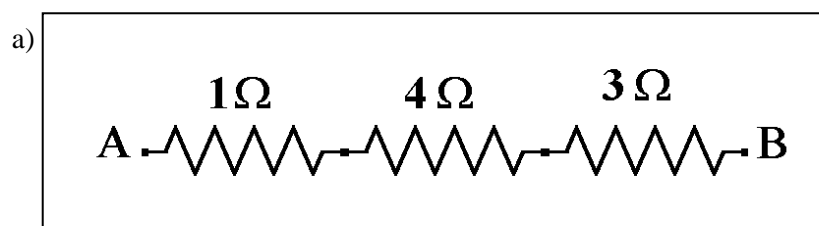
15. Em uma sala há duas lâmpadas acesas, ligadas a um mesmo interruptor. Em um certo instante uma das lâmpadas se apaga, enquanto a outra permanece acesa. Em relação a este fato, foram formuladas as seguintes hipóteses:

- Se apenas uma das lâmpadas se apagou, elas estão ligadas em paralelo.
- Se o defeito fosse no interruptor, as duas lâmpadas se apagariam.
- Se as lâmpadas estivessem ligadas em série, o rompimento do filamento de uma delas interromperia a corrente também na outra.

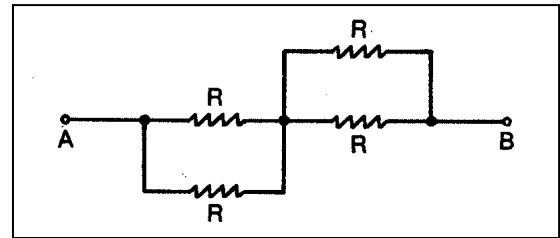
A alternativa que apresenta as hipóteses certas é:

- somente I
- somente II
- somente II e III
- somente I e II
- I, II e III

16. Nas associações de resistores abaixo, determine a resistência elétrica equivalente entre os pontos A e B.



17. Na figura ao lado, está representada uma associação entre resistores ôhmicos de mesma resistência elétrica  $R$ .



A resistência elétrica entre os terminais A e B é igual a:

- a)  $R\sqrt{2}$     b)  $2R$     c)  $R/2$     d)  $R$     e)  $1/R$

18. Se uma lâmpada de potência 100 W permanecer ligada durante 5 horas por dia, ao fim de, 30 dias o consumo de energia elétrica correspondente será de,

- a) 15 Wh    b) 150 Wh    c) 15 kWh    d) 150 kWh    e) 1500 kWh

19. Um chuveiro elétrico de 220V dissipa uma potência de 2,2 kW.

- a) Qual o custo de um banho com 10 minutos de duração se a tarifa é de R\$ 0,24 por kWh?

b) Desejando-se duplicar a variação de temperatura da água mantendo-se constante a sua vazão, qual deve ser a nova resistência do chuveiro?

20. Uma residência é iluminada por 12 lâmpadas de incandescência, sendo 5 de 100W e 7 de 60W cada.

a) Para uma média diária de 3 horas de plena utilização, qual a energia consumida (em kWh) por essas lâmpadas, em um mês de 30 dias?

- b) Sendo a tensão da instalação de 115V, qual é a corrente total utilizada pelas lâmpadas?

21. Um chuveiro elétrico ligado a uma rede de 220 V consome 1 200 W de potência.

- a) Qual a intensidade de corrente elétrica utilizada pelo chuveiro?

- b) Qual a resistência do chuveiro?

22. Um aquecedor elétrico com as suas especificações 960 W-120 V está ligado corretamente. A corrente elétrica que o atravessa é de:

- a) 8 A    b) 16 A    c) 32 A    d) nula    e) N.R.A.

23. Um aquecedor elétrico cuja potência é 500 W permanece ligado durante 4 horas diariamente. Sabendo-se que preço do kWh é R\$ 0,10, esse aquecedor gastará em 30 dias:

- a) R\$ 10,00    b) R\$ 6,00    c) R\$ 12,00    d) R\$ 20,00    e) N.R.A.

24. Um aquecedor elétrico possui nele gravado seus valores nominais de funcionamento: 120 V - 2400 W. Quando funcionando normalmente ele é percorrido por uma corrente de:

- a) 2,0    b) 5,0 A    c) 10 A    d) 20 A    e) N.R.A.

25. Nas instalações residenciais de chuveiros elétricos, costuma-se usar fusíveis ou interruptores de proteção (disjuntores) que desligam automaticamente quando a corrente excede um certo valor pré-escolhido. Qual o valor do disjuntor (limite de corrente) que você escolheria para instalar um chuveiro de 3 500 watts - 220 volts?

- a) 10 A.    b) 15 A.    c) 30 A.    d) 70 A.    e) 220 A.