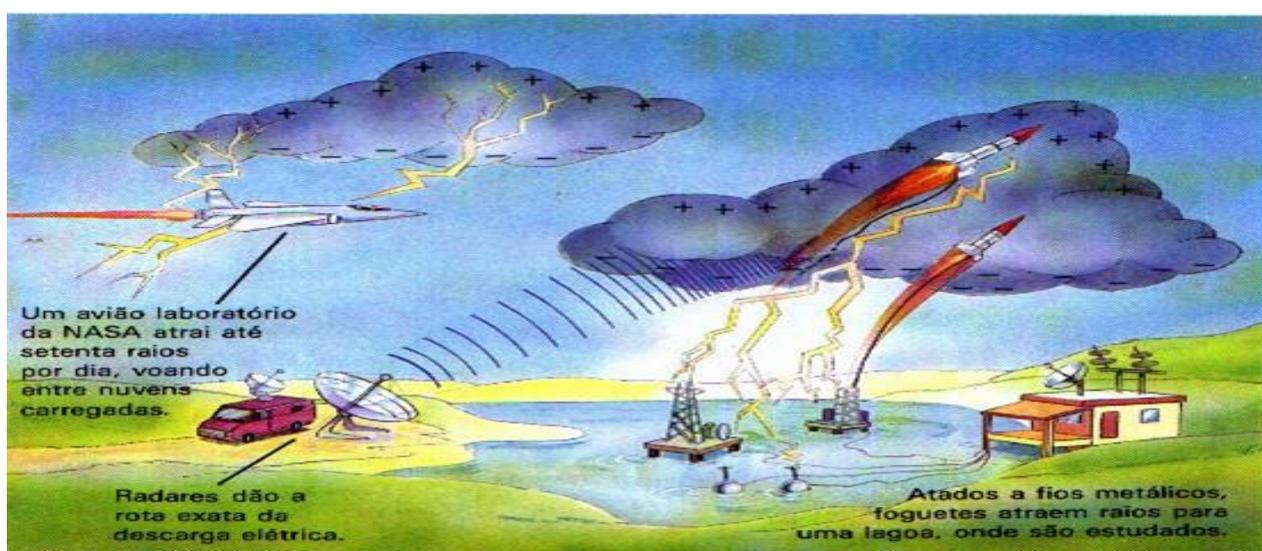


Eletricidade na Atmosfera

Raios, Relâmpagos, Trovões

As nuvens de tempestade apresentam-se, em geral, eletrizadas. Através de aviões e sondas, os pesquisadores chegaram à conclusão de que tais nuvens possuem a parte superior eletrizada positivamente e a inferior, negativamente.

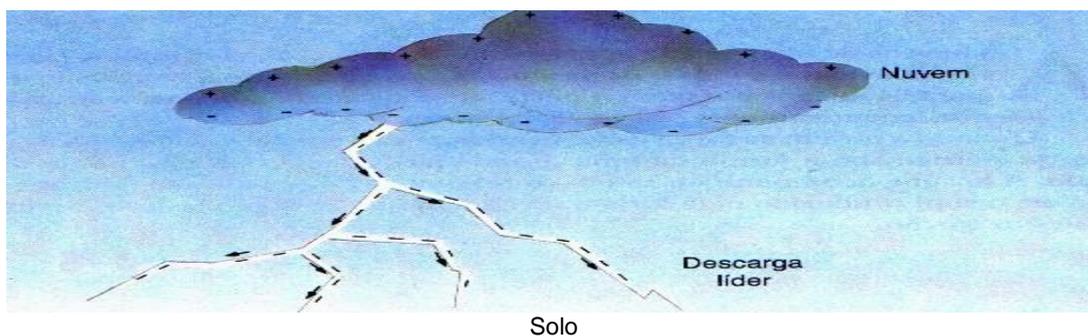
Quando a nuvem se torna excessivamente carregada, ocorre uma descarga elétrica sob a forma de uma grande faísca, que recebe o nome de raio. A luz que acompanha o raio — o relâmpago — resulta da ionização do ar; o som produzido pelo forte aquecimento do ar e sua brusca expansão é o trovão.

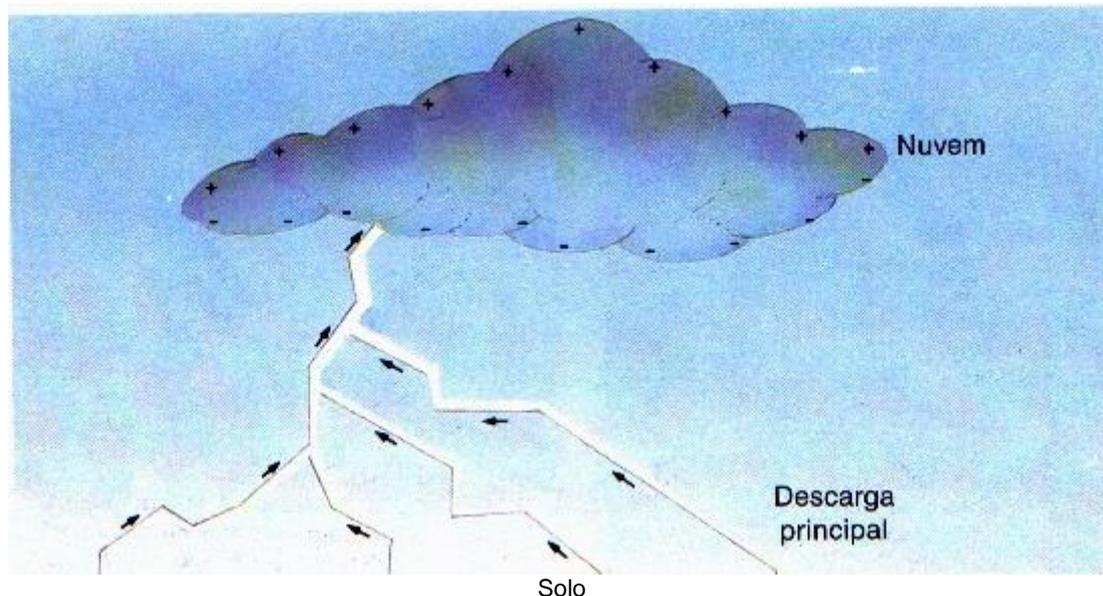


A NASA prevê com 30 minutos de antecedência onde o raio vai cair. O processo de Descarga Elétrica ocorre numa sucessão muito rápida.

Inicia-se com uma descarga denominada descarga líder, que parte da nuvem até atingir o solo. Seguindo trajetórias irregulares à procura de caminhos que conduzam melhor a eletricidade, a descarga líder tem a forma de uma árvore invertida. Através desses mesmos caminhos, ocorre outra descarga elétrica de grande luminosidade, que parte do solo e atinge a nuvem e é denominada descarga principal.

O processo descrito pode acontecer repetidas vezes, num intervalo de tempo extremamente pequeno.

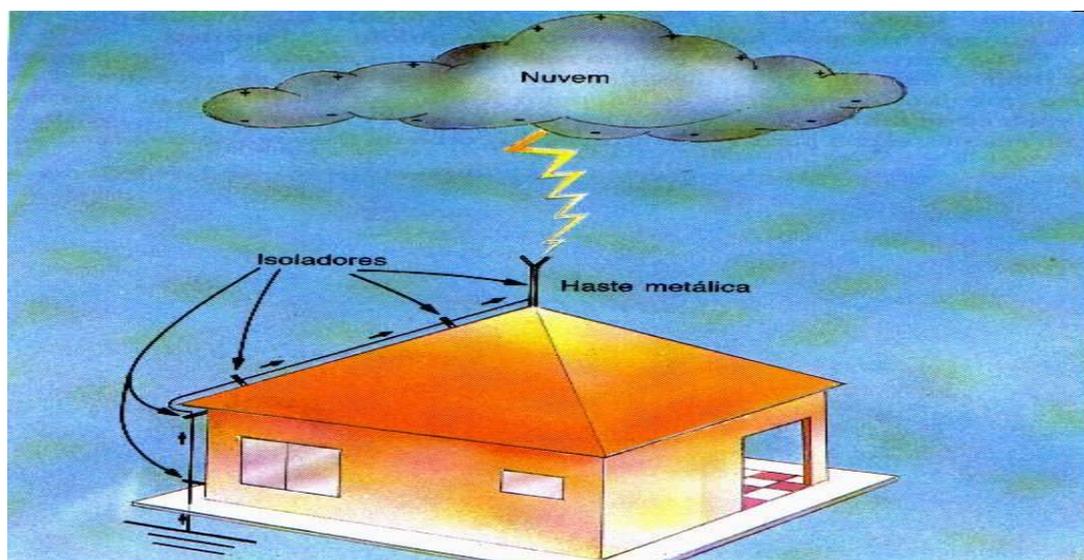




Para-raios

O Para-raios tem a finalidade de proteger casas, edifícios, depósitos de combustíveis, linhas de transmissão de energia elétrica, oferecendo à descarga elétrica um caminho seguro entre a nuvem e o solo.

Inventado por Benjamin Franklin, consta de uma base metálica disposta verticalmente na parte mais alta da estrutura a ser protegida.

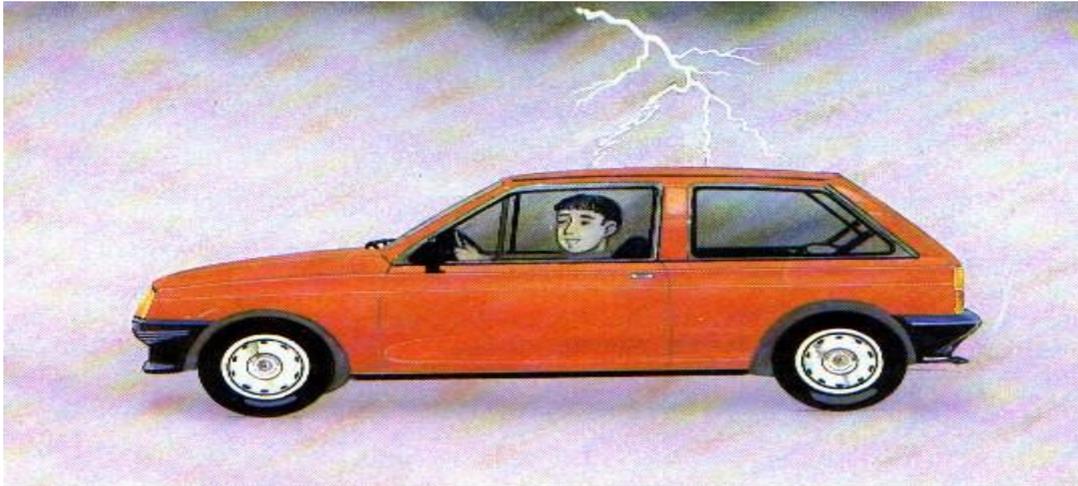


A extremidade da haste possui uma ou mais pontas de material de elevada temperatura de fusão. A outra extremidade é ligada, através de condutores metálicos, a barras metálicas cravadas profundamente no solo. Quando a nuvem está sobre o para-raios, a descarga principal ocorre da terra para a nuvem através do para-raios.

Evitando os perigos do raio

Nas tempestades, devem-se evitar locais descampados, pois a pessoa pode funcionar como a ponta de um para-raios. Não se deve permanecer nas partes mais altas de uma casa sem para-raios. As antenas de televisão e as chaminés também podem funcionar como para-raios inoportunos. Devem ser evitadas árvores isoladas e partes altas de terrenos. Quem estiver dentro da água, numa piscina ou no mar, deve sair rapidamente ao escutar o primeiro trovão.

O carro é um ótimo abrigo para quem é atingido por uma tempestade. Se um carro for atingido por um raio, as cargas elétricas escoarão muito lentamente para o solo através dos pneus. Por isso não se deve descer do carro imediatamente, pois, ao encostar a mão na lataria e o pé no solo, estabelece-se uma ligação com a terra, e a carga elétrica do raio, localizada no veículo, escoará para o solo através do corpo da pessoa, eletrocutando-a.

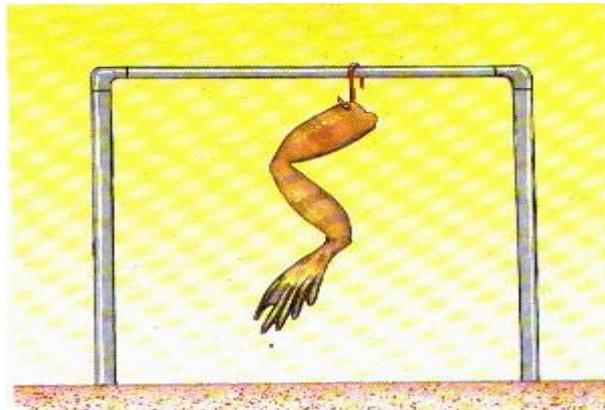


Alessandro Volta e Luigi Galvani

Alessandro Volta, que iniciou o estudo moderno da eletricidade, foi professor da Universidade de Pávia, na Itália. Recebeu o título de conde, conferido por Napoleão Bonaparte.

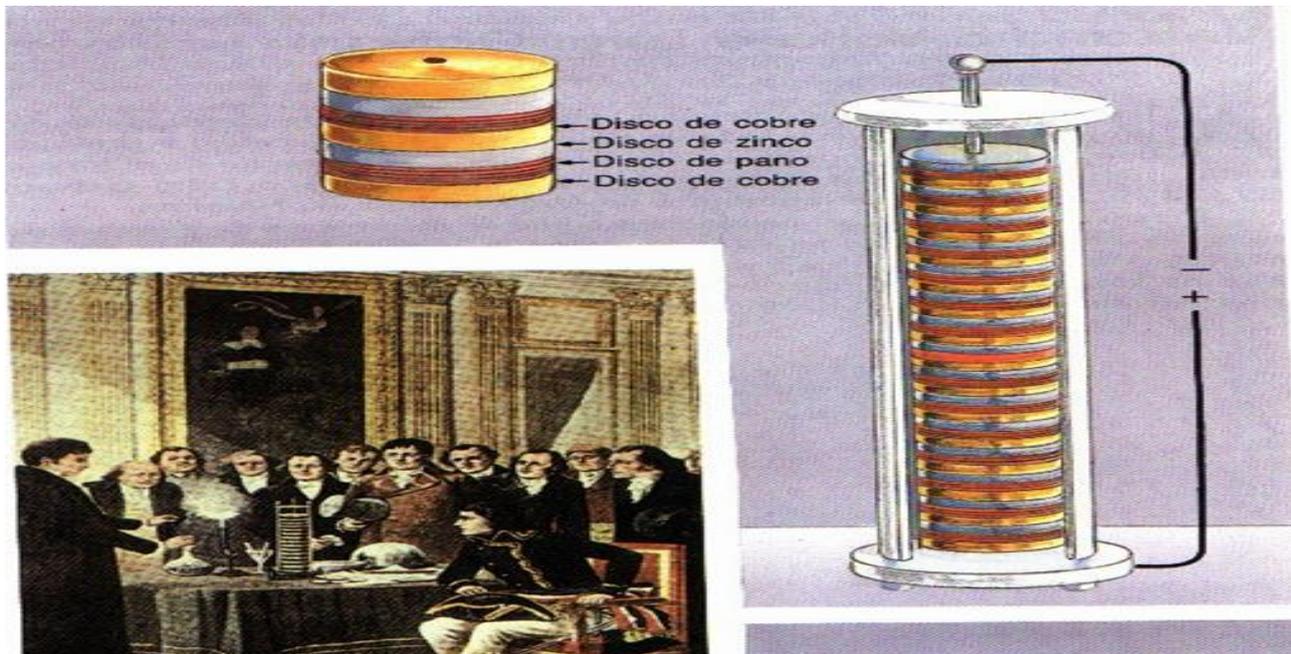
A invenção da pilha por Volta originou-se de uma observação do biólogo italiano Luigi Galvani (1737-1797), professor de anatomia da Universidade de Bolonha. Certa ocasião, Galvani pendurou pernas de rã, através de ganchos de cobre, a um suporte de ferro, com a finalidade de secá-las. Devido à brisa as pernas balançavam, e Galvani notou que, cada vez que as pernas tocavam no suporte de ferro, elas se contraíam.

Ele atribuiu as contrações a uma corrente elétrica produzida pela rã.



Alessandro Volta não concordou com Galvani, explicando que a corrente elétrica era originada pela existência de dois metais diferentes em contato com substâncias ácidas existentes no corpo da rã. Para demonstrar sua teoria, construiu a primeira pilha elétrica.

A pilha original inventada por Alessandro Volta tinha a seguinte disposição: um disco de cobre, sobre ele um disco de pano embebido em ácido sulfúrico diluído em água e um disco de zinco; sobre este, outro disco de cobre e assim por diante, formando um conjunto de discos empilhados uns sobre os outros. Daí o nome pilha elétrica. Aos discos extremos ligam-se fios condutores, que são os terminais da pilha.



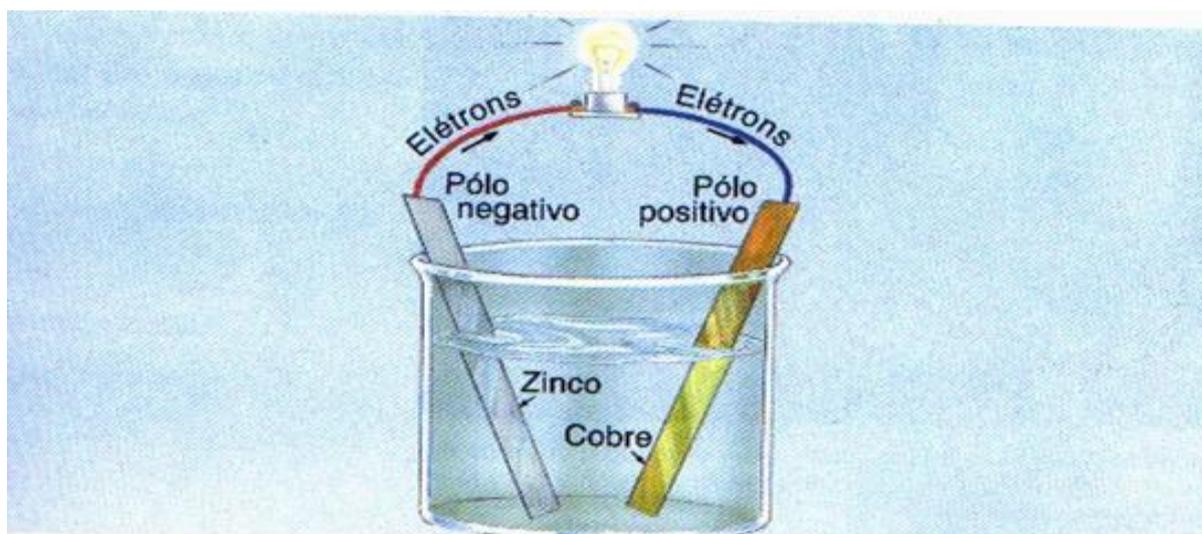
Volta apresenta a Napoleão e a cientistas franceses sua grande invenção.

A pilha inventada por Alessandro Volta.

Construindo uma Pilha Elétrica

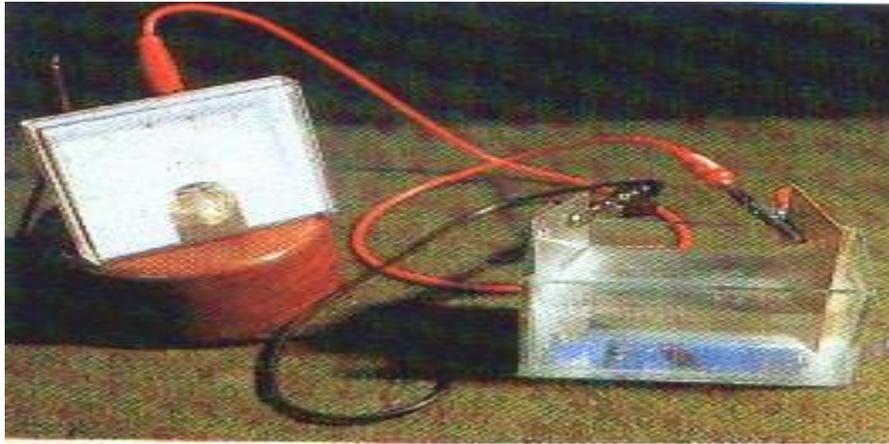
Num recipiente contendo ácido sulfúrico diluído em água (uma colher de ácido em um copo de água), colocam-se duas lâminas, sendo uma de zinco e outra de cobre.

Através de um fio condutor, liga-se uma pequena lâmpada de lanterna às lâminas, como mostra a figura.



Observa-se então que a lâmpada acende. O sistema constituído pelas lâminas de zinco e cobre e pela solução de ácido sulfúrico é uma pilha elétrica. O zinco é o Polo Negativo da pilha e o cobre, o Polo Positivo.

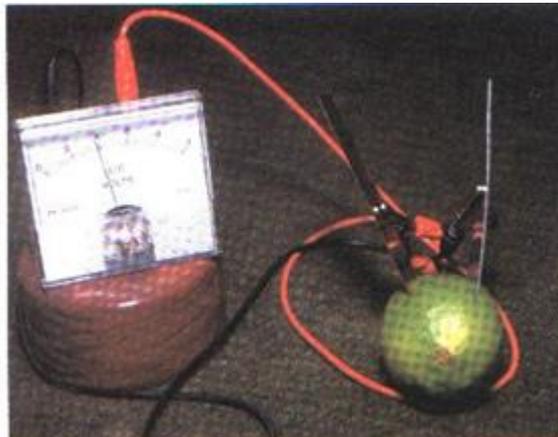
Elétrons movimentam-se ordenadamente no sentido da lâmina de zinco para a lâmina de cobre, conforme indica a figura, constituindo uma corrente elétrica que, ao atravessar a lâmpada, faz com que ela acenda.



Dizemos que, entre as lâminas de cobre e de zinco, se estabelece uma diferença de potencial elétrico ou uma tensão elétrica. Do mesmo modo que uma diferença de altura é responsável por uma corrente de água através de um canal, também a diferença de potencial elétrico é a causa da corrente elétrica. O valor da diferença de potencial elétrico depende dos materiais usados nas lâminas e é medido em volts (símbolo V), em homenagem a Alessandro Volta.

No lugar da lâmpada ligamos um medidor. Ele acusa uma diferença de potencial entre as lâminas.

Se você enfiar duas lâminas, uma de zinco e outra de cobre, numa laranja, num limão ou numa batata, o suco fará o papel da solução de ácido sulfúrico, o conjunto formará uma pilha.



Um limão com as duas lâminas – uma de zinco e uma de cobre – é uma pilha. Observe que o medidor observa a passagem da Corrente Elétrica.



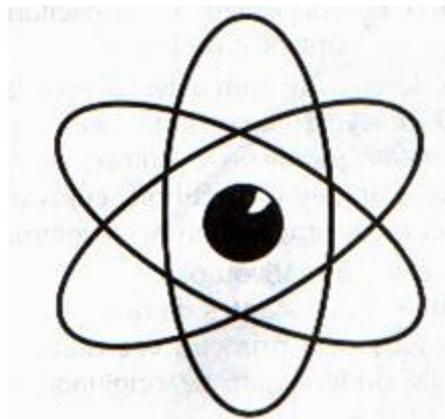
O Relógio Digital está funcionando com uma pilha feita de duas lâminas, uma de zinco e outra de cobre, enfiadas numa batata.



As lâminas de cobre e de zinco, juntamente com a saliva, formam uma pilha.

A Carga Elétrica

A matéria é formada de pequenas partículas, os átomos. Cada átomo, por sua vez, é constituído de partículas ainda menores, os prótons, os elétrons e os nêutrons. Os prótons e os nêutrons localizam-se na parte central do átomo, e formam o chamado núcleo. Os elétrons giram em torno do núcleo na região chamada de eletrosfera. Os prótons e os elétrons apresentam uma importante propriedade física, a carga elétrica. A carga elétrica do próton e a do elétron têm a mesma intensidade, mas, sinais contrários. A carga do próton é positiva e a do elétron, negativa.



Num átomo não existe predominância de cargas elétricas; o número de prótons é igual ao número de elétrons. O átomo é um sistema eletricamente neutro. Entretanto, quando ele perde ou ganha elétrons, fica eletrizado. Eletrizado positivamente quando perde elétrons e negativamente quando recebe elétrons.

Sendo a carga do elétron a menor quantidade de Carga Elétrica existente na natureza, ela foi tomada como carga padrão nas medidas de cargas elétricas.

Eletrização de um Corpo

O processo de eletrização de um corpo é semelhante ao de um átomo. Se num corpo o número de prótons for igual ao número de elétrons, dizemos que ele está neutro. Quando um corpo apresenta uma falta ou um excesso de elétrons, ele adquire uma carga elétrica Q , que é sempre um número inteiro n de elétrons, de modo que:

$$Q = n \cdot e$$

Portanto, um corpo eletrizado pode estar:

- Eletrizado positivamente: falta de elétrons $\Rightarrow Q = +n \cdot e$
- Eletrizado negativamente: excesso de elétrons $\Rightarrow Q = -n \cdot e$

É usual o emprego dos submúltiplos:

- ✓ 1 microcoulomb = 1 μC = $1 \cdot 10^{-6}$ C
- ✓ 1 nanocoulomb = 1 nC = $1 \cdot 10^{-9}$ C
- ✓ 1 picocoulomb = 1 pC = $1 \cdot 10^{-12}$ C

Exemplo

A - Determinar o número de elétrons existentes em uma carga de 1,0 coulomb.

Resolução:

Da equação $Q = n \cdot e$, obtém-se:

$$\begin{aligned} Q &= n \cdot e \\ n &= \frac{Q}{e} \\ n &= \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} \\ n &= \frac{0,625}{10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ elétrons} \end{aligned}$$

Dados:

$$Q = 1,0\text{C}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Resposta: $6,25 \cdot 10^{18}$ elétrons

Exercícios

1. É dado um corpo eletrizado com carga 6,4 μC . Determine o número de elétrons em falta no corpo. A carga do elétron é $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

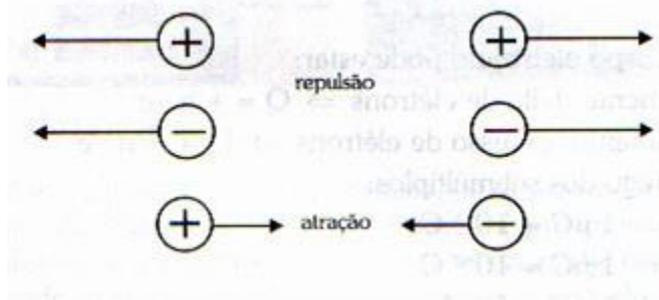
Princípios da Eletrostática

Experiências comprovam que durante o processo de atrito, o número de cargas cedidas por um corpo é igual ao número de cargas recebidas pelo outro, o que permite enunciar o princípio da conservação da Carga Elétrica:

Num sistema eletricamente isolado, é constante a soma algébrica das Cargas Elétricas.

Aproximando-se dois corpos eletrizados de mesma carga elétrica, entre eles aparece uma força elétrica de repulsão, e entre corpos eletrizados de cargas diferentes, força elétrica de atração, o que permite enunciar o Princípio da Atração e Repulsão das cargas:

Cargas Elétricas de mesmo sinal se repelem e de sinais opostos se atraem.



Condutores e Isolantes

Denominam-se condutores as substâncias nas quais os elétrons se locomovem com facilidade por estarem fracamente ligados aos átomos. Nos condutores, os elétrons mais distantes do núcleo abandonam o átomo, adquirindo liberdade de movimento: são os elétrons livres.

Num condutor eletrizado, as forças de repulsão, que agem entre as cargas de mesmo sinal, fazem com que as cargas fiquem distantes umas das outras. O maior afastamento possível ocorre na superfície do corpo.

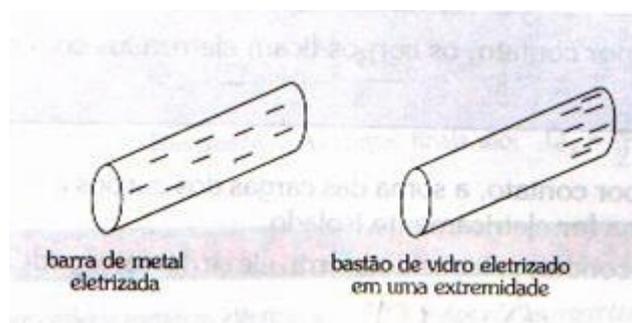


Num Condutor Eletrizado, as Cargas Elétricas se localizam na sua superfície.

Por outro lado, chamam-se isolantes, ou dielétricos, as substâncias nas quais os elétrons não têm liberdade de movimento.

Nos isolantes, os elétrons não se movimentam com facilidade, pois estão fortemente ligados ao núcleo do átomo e dificilmente poderão se libertar.

Isto, no entanto, não quer dizer que um corpo isolante não possa ser eletrizado. A diferença é que nos isolantes as cargas elétricas permanecem na região em que apareceram, enquanto nos condutores elas se distribuem pela superfície do corpo.



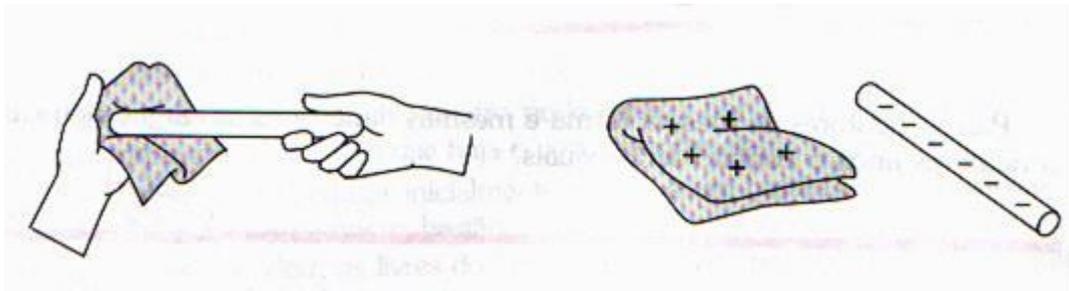
Processos de Eletrização

Eletrização por Atrito

Quando dois corpos são atritados, pode ocorrer a passagem de elétrons de um corpo para o outro. Nesse caso diz-se que houve uma eletrização por atrito.

Considere um bastão de plástico sendo atritado com um pedaço de lã, ambos inicialmente neutros.

A experiência mostra que, após o atrito, os corpos passam a manifestar Propriedades Elétricas.



No exemplo descrito, houve transferência de elétrons da lã para o bastão.

Na eletrização por atrito, os dois corpos ficam carregados com cargas iguais, porém de sinais contrários.

Eletrização por Contato

Quando colocamos dois **Corpos Condutores** em contato, um eletrizado e o outro neutro, pode ocorrer a passagem de elétrons de um para o outro, fazendo com que o corpo neutro se eletrize. Consideremos duas esferas, uma eletrizada e a outra neutra.



As cargas em excesso do condutor eletrizado negativamente se repelem e alguns elétrons passam para o corpo neutro, fazendo com que ele fique também com elétrons em excesso e, portanto, eletrizado negativamente.

Na eletrização por contato, a soma das cargas dos corpos é igual antes e após o contato, se o sistema for eletricamente isolado.

Se ligarmos um condutor eletrizado à terra, ele se descarrega de uma das seguintes formas:

- ✓ Os elétrons da terra são atraídos para o condutor devido à atração pelas Cargas Positivas.
- ✓ Os elétrons em excesso do condutor escoam para a terra devido a repulsão entre eles.



Para condutores de mesma forma e mesmas dimensões as Cargas Elétricas dos Condutores após o contato serão iguais.

Eletrização por Indução

A eletrização de um condutor neutro pode ocorrer por simples aproximação de outro corpo eletrizado, sem que haja o contato entre eles.

Consideremos um condutor inicialmente neutro e um bastão eletrizado negativamente. Quando aproximamos o bastão eletrizado do corpo neutro, as suas cargas negativas repelem os elétrons livres do corpo neutro para as posições mais distantes possíveis.



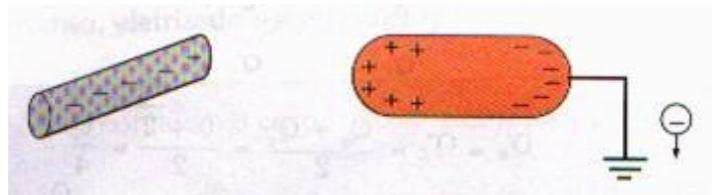
Desta forma, o corpo fica com falta de elétrons numa extremidade e com excesso de elétrons na outra.

O fenômeno da separação de cargas num condutor, provocado pela aproximação de um **Corpo Eletrizado**, é denominado **Indução Eletrostática**.

Na **Indução Eletrostática** ocorre apenas uma separação entre algumas **Cargas Positivas e Negativas** do Corpo.

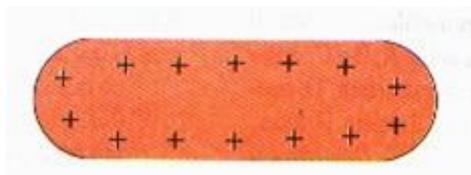
O **Corpo Eletrizado** que provocou a indução é denominado indutor e o que sofreu a indução é chamado induzido.

Se quisermos obter no induzido uma eletrização com cargas de um só sinal, basta ligá-lo à terra, na presença do indutor.



Nesta situação, os elétrons livres do induzido, que estão sendo repelidos pela presença do indutor, escoam para a terra.

Desfazendo-se esse contato e, logo após, afastando-se o bastão, o induzido ficará carregado com **Cargas Positivas**.



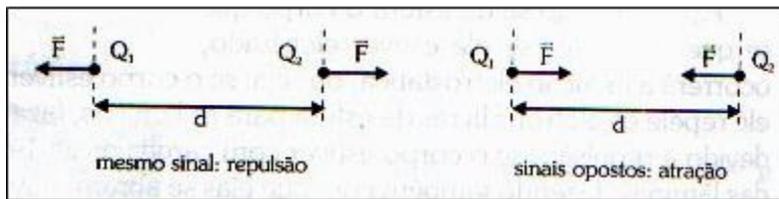
No Processo da Indução Eletrostática, o corpo induzido se eletrizará sempre com cargas de sinal contrário às do indutor.

Lei de Coulomb

Força Elétrica

Esta lei diz respeito à intensidade das forças de atração ou de repulsão, que agem em duas cargas elétricas puntiformes (cargas de dimensões desprezíveis), quando colocadas em presença uma da outra.

Considere duas cargas elétricas puntiformes, Q_1 e Q_2 , separadas pela distância d . Sabemos que, se os sinais dessas cargas forem iguais, elas se repelem e, se forem diferentes, se atraem.



Isto acontece devido à ação de forças de natureza elétrica sobre elas. Essas forças são de ação e reação e, portanto, têm a mesma intensidade, a mesma direção e sentidos opostos. Deve-se notar também que, de acordo com o princípio da ação e reação, elas são forças que agem em corpos diferentes e, portanto, não se anulam. Charles de Coulomb verificou experimentalmente que:

As forças de atração ou de repulsão entre duas cargas elétricas puntiformes são diretamente proporcionais ao produto das cargas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância que as separa.

A Expressão Matemática dessa Força:

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

→

Onde:
 K= Constante eletrostática
 Q₁ e Q₂ = Cargas elétricas em módulo
 d= Distância entre as cargas elétricas

k é a constante eletrostática que no SI (sistema internacional de unidades), para as cargas situadas no vácuo, é indicada por k₀ e vale:

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

Exemplos:

B - Duas cargas puntiformes, Q₁ = 5 · 10⁻⁶ C e Q₂ = 4 μ C, no vácuo, estão separadas por uma distância de 3 m. Determinar a força elétrica entre elas.

Dado

$$k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2.$$

Observação: Lembre-se que μ = 10⁻⁶

Resolução:

Como as cargas têm sinais opostos, a força elétrica é de atração, e sua intensidade é dada pela lei de Coulomb:

$$F = \frac{k_0 \cdot Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{9}$$

$$F = \frac{180 \cdot 10^{-3}}{9}$$

$$F = 20 \cdot 10^{-3}$$

$$F = 2 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

Dados:

$$Q_1 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$Q_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$d = 3 \text{ m}$$

$$k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

Na multiplicação de expoentes de mesma base, conservamos a base e somamos os expoentes.

Exemplo: $10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6} = 10^{-3}$

Resposta: Força de atração de $2 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

c - Calcule a força elétrica entre duas cargas de $4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ e $2 \mu\text{C}$, separadas a uma distância de 2 m no vácuo.

Temos a fórmula:

$$F_{el} = \frac{k_0 \cdot Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

Aplicando esses valores à fórmula, temos:

$$F_{el} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2^2}$$

$$F_{el} = \frac{72 \cdot 10^0}{4}$$

$$F_{el} = \frac{72}{4}$$

$$F_{el} = 18 \text{ N}$$

Na multiplicação de expoentes de mesma base, conservamos a base e somamos os expoentes.

Exemplo: $10^9 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6} = 10^0$

Todo número elevado a 0 (zero) vale 1

Exemplo: $10^0 = 1$

Resposta: A força entre as cargas é de 18N=

Exercícios

1. Duas Cargas Elétricas Puntiformes de $5 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ e $3 \mu\text{C}$, no vácuo, estão separadas por uma distância de 5 m. Calcule a intensidade da força de repulsão entre elas.

2. Calcule a força elétrica existente entre cargas elétricas de $1 \mu\text{C}$ e $6 \mu\text{C}$, no vácuo, separadas a distância de 2 m entre si.

Campo Elétrico

A massa M da Terra cria em torno de si o Campo Gravitacional g . Um Corpo de Massa m próximo da Terra fica sujeito a uma Força de Atração Gravitacional, a força peso, decorrente da ação de g sobre m .



Uma carga Q origina em torno de si um Campo Elétrico E . Uma carga de prova q colocada nessa região fica sujeita à ação de uma força elétrica F .

É importante observar que o campo elétrico é uma propriedade dos pontos da região influenciada pela presença da carga elétrica Q , não dependendo da presença da carga de prova q nesses pontos para a sua existência. A carga de prova q é utilizada somente para a verificação da existência do campo elétrico num determinado ponto da região.

Portanto:

Existe uma região de influência da carga Q onde qualquer carga de prova q , nela colocada, estará sob a ação de uma força de **Origem Elétrica**. A essa região chamamos de **Campo Elétrico**.

Existe uma região de influência da carga Q onde qualquer carga de prova q , nela colocada, estará sob a ação de uma força de origem elétrica. A essa região chamamos de **Campo Elétrico**.

Vetor Campo Elétrico

Considere uma carga Q criando em torno de si um campo elétrico. Colocando-se num ponto P dessa região uma carga de prova q , esta fica sujeita a uma força elétrica F . A definição do Vetor Campo Elétrico E é dada pela expressão:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Onde:

E= Campo Elétrico

F= Força

q= Carga Elétrica

As características de Vetor Campo Elétrico são:

a) Intensidade

$$\text{É dada por: } E = \frac{F}{Q}$$

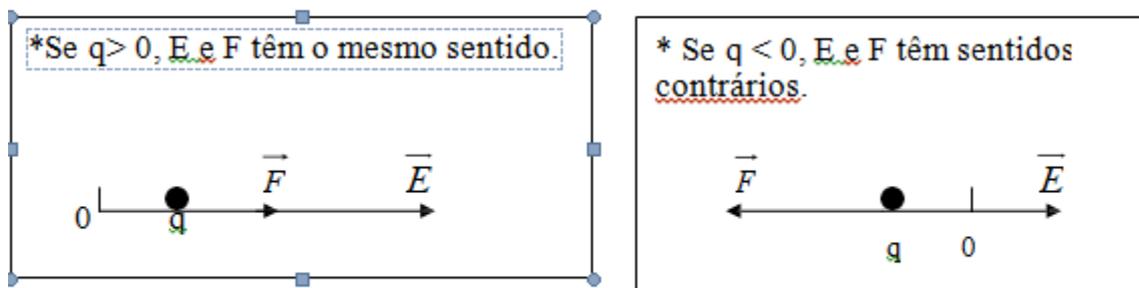
A unidade de medida de E no Sistema Internacional é o $\frac{N}{C}$.

b) Direção

O vetor \vec{E} tem a mesma direção da força \vec{F} .

c) Sentido

Analisando a expressão $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$, podemos associar o sentido do campo elétrico com o da força elétrica da seguinte forma:



Exemplo:

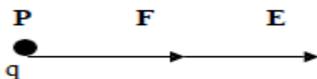
D – Um Corpo Elétrico apresenta em um ponto P de uma região a intensidade de $6 \cdot 10^5$ N/C, direção horizontal e sentido da esquerda para a direita. Determinar a intensidade, a direção e o sentido da Força Elétrica que atua sobre uma Carga Puntiforme q, colocada no ponto P, nos seguintes casos:

a) $q = 2 \cdot 10^{-6}$ C

b) $q = -3 \cdot 10^{-6}$ C

Resolução:

a) Esquema:



Intensidade:

$$F = q \cdot E$$

$$F = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^5$$

$$F = 12 \cdot 10^{-11}$$

$$F = 1,2N$$

Dados:

$$q = 2 \cdot 10^{-6} C$$

$$E = 6 \cdot 10^5 N/C$$

Direção: Horizontal

Sentido: como $q < 0$, \vec{F} tem sentido contrário ao de \vec{E} .

Exercícios

1. Sobre uma carga de 4 C, situada num ponto P, atua uma força de 8N. Se substituirmos a carga de 4 C por uma outra de 5 C, qual será a intensidade da força sobre essa carga colocada no ponto?

Podemos calcular o campo elétrico num ponto através da fórmula:

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

Onde:

E= Campo Elétrico

k= Constante Eletrostática

Q= Carga Elétrica

d= Distância do campo elétrico a carga

Exemplo:

E – Qual o campo gerado por uma carga negativa de $6 \cdot 10^{-8}$ a uma distância de 3 m da mesma?

$$E = \frac{KQ}{d^2}$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-8}}{3^2}$$

$$E = \frac{9 \cdot 6 \cdot 10}{9}$$

$$E = 60 N/C$$

Dados:

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

$$Q = 6 \cdot 10^{-8} C$$

$$d = 3m$$

$$E = ?$$

Exercícios

1. Qual o campo gerado por uma carga de $3 \cdot 10^{-12}$ C a uma distância de 2 m da mesma?

2. Uma carga elétrica de $4 \cdot 10^{-8}$ C a uma distância de 3 m, gera um campo elétrico de:

- a) 60 N/C
- b) 30 N/C
- c) 40 N/C
- d) 360 N/C

Unidades de Base do Sistema Internacional (SI)

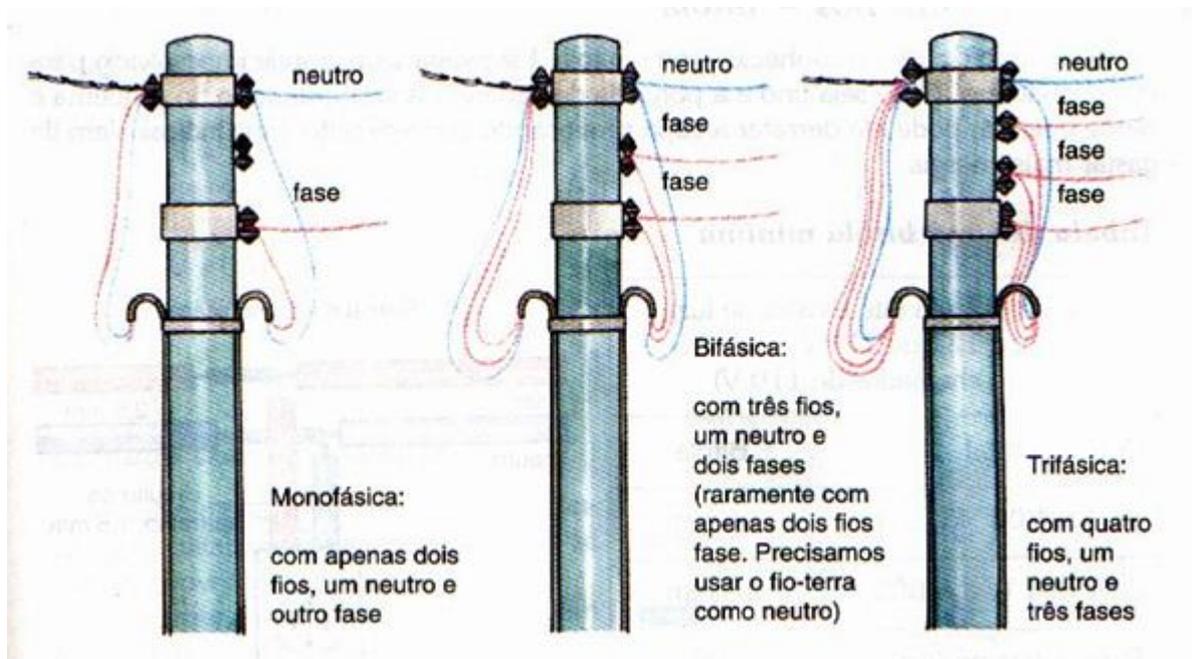
Grandezas Fundamentais	Unidades SI	
	Nome	Símbolo
Comprimento	Metro	M
Massa	Quilograma	Kg
Tempo	Segundo	S
Corrente Elétrica	Ampére	A
Temperatura Termodinâmica	Kelvin	K
Quantidade de Matéria	Mol	Mol
Intensidade Luminosa	Candela	Cd
Grandezas Derivadas	Nome	Símbolo
Velocidade	Metro/segundo	m/s
Aceleração	Metro por segundo ao quadrado	m/s^2
Força	Newton	N
Quantidade de Movimento e Impulso	Quilograma vezes metro por segundo ou Newton vezes segundo	Kg.m/s ou N.s
Torque	Newton vezes metro	N.m
Constante Elástica	Newton por metro	n/m
Volume	Metro Cúbico	m^3
Densidade	Quilograma por metro cúbico	Kg/m^3
Superfície	Metro quadrado	m^2
Pressão	Pascal	Pa
Energia e Trabalho	Joule	J
Potência	Watt	w
Frequência	Hertz	Hz
Velocidade Angular	Radiano por Segundo	rad/s
Temperatura	Graus Celsius	°C
Convergência	dioptria	Di
Resistência Elétrica	ohm	\square
Resistividade	ohm vezes Metro \square	$\square.m$
Carga Elétrica	Coulomb	C
Campo Elétrico	Newton por Coulomb ou Volt por Metro	N/C ou V/m
Tensão Elétrica, Diferença de Potencial Elétrico ou Força Eletromotriz	Volt	V
Capacitância	Farad	f
Fluxo Magnético	Tesla	t
Campo Magnético	Weber	wb

A Eletricidade em sua Casa

Instalação Elétrica

Classificamos a instalação elétrica que chega às residências de acordo com o número de fios elétricos.

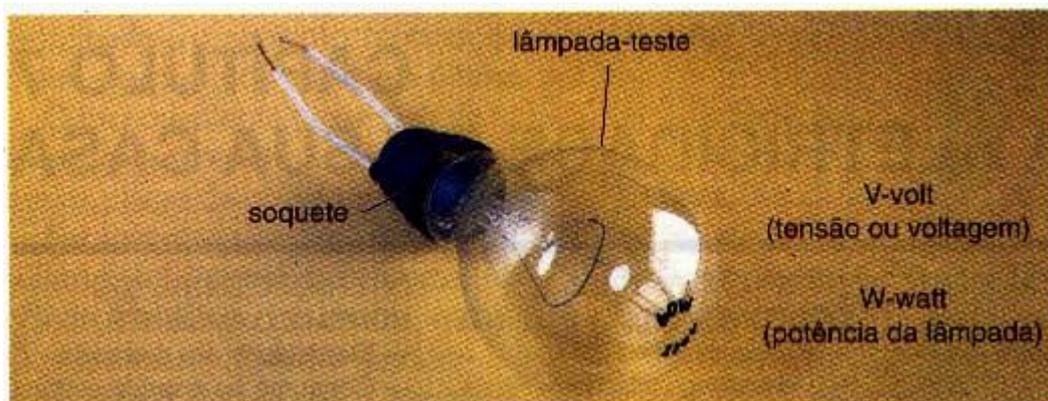
Nas casas geralmente é monofásica ou bifásica. Em indústrias e prédios de apartamento é trifásica, devido ao uso em elevadores e bombas-d'água, por exemplo.



- ✓ O fio neutro normalmente não tem voltagem. Não dá choque.
- ✓ O fio fase é um fio energizado (com energia). Dá choque.

Teste de Corrente Elétrica

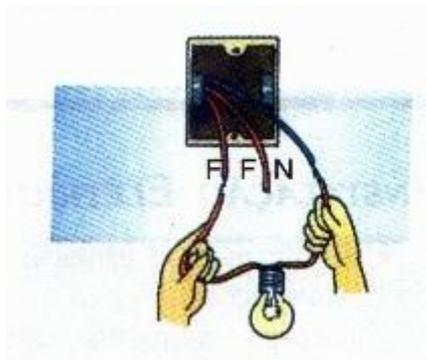
Para verificarmos se passa **Corrente Elétrica** por um fio condutor (fases), devemos usar uma lâmpada-teste.



Perceba que a lâmpada-teste tem de ser de 220 volts. Cada fio fase tem 110 V.

Quando você testa a passagem de corrente elétrica e a lâmpada não fica muito clara é porque um dos fios é neutro e a d.d.p. é de 110 V. Se a lâmpada ficar totalmente acesa, os dois fios são fase e a d.d.p. é de 220 V.

Se você tivesse usado uma lâmpada-teste de 110 V, ela teria queimado ao testar a d.d.p. de 220 V.



Diâmetro dos fios — Bitola

O diâmetro dos fios é conhecido como bitola. Esse valor é de grande importância para evitar acidentes. Caso seja fino e a potência dos aparelhos seja grande, o fio esquenta e perde energia; podendo até derreter a capa provocando curto-circuito e incêndios, além de gastar mais energia.

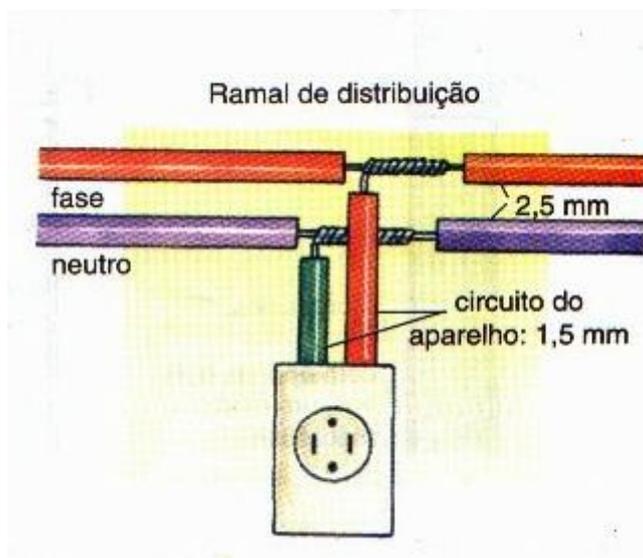
Tabela de uma Bitola Mínima

Ramal de entrada (até a caixa de luz). Monofásico 127 ou 115 V (geralmente chamados de 110 V).

Potência Total – Bitola

- ✓ de 0 a 4 000 W 6 mm
- ✓ de 4 001 W a 6 000 W

Para outras potências e para ramal de entrada bifásico (220 V), consultar o escritório local da empresa distribuidora.



Saiba Mais

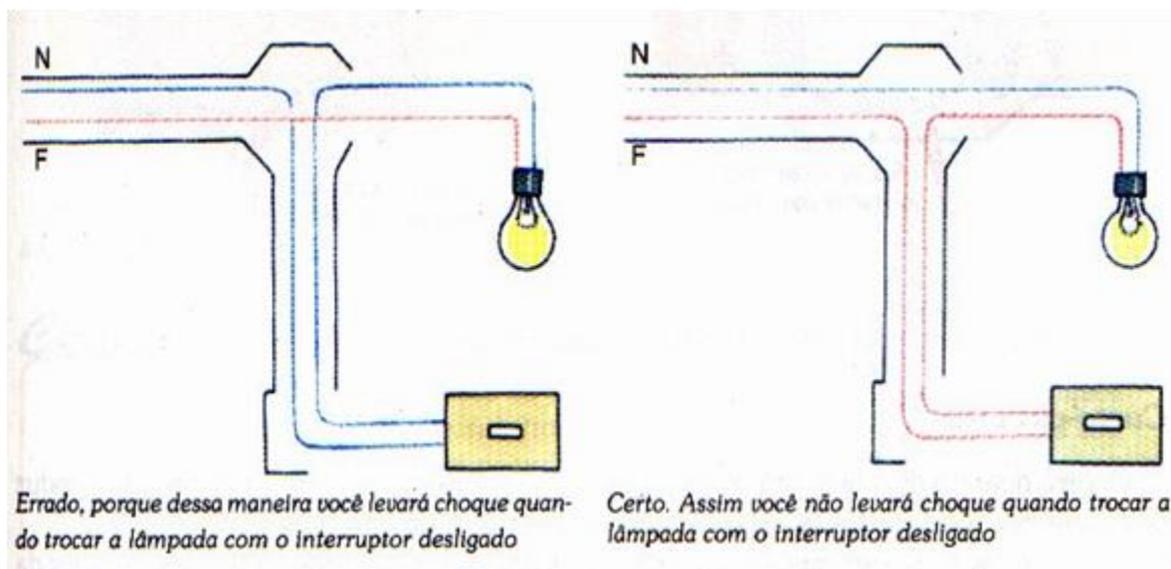
✓ **Conduítes** são tubulações por onde passam os fios em sua residência. Os fios devem ser de material isolante, como o PVC, e se encontram no interior das paredes.

✓ As caixas onde ficam as tomadas e os interruptores também devem ser de material isolante. Evita-se usar conduítes e caixas de ferro para impedir a “fuga” de energia ou curtos-circuitos.

Como deve ser a Instalação Elétrica em sua Casa

Lâmpadas e Interruptores

O **Fio Neutro** deve estar sempre ligado direto à lâmpada, e o fio fase, ao interruptor.



Observe a figura:

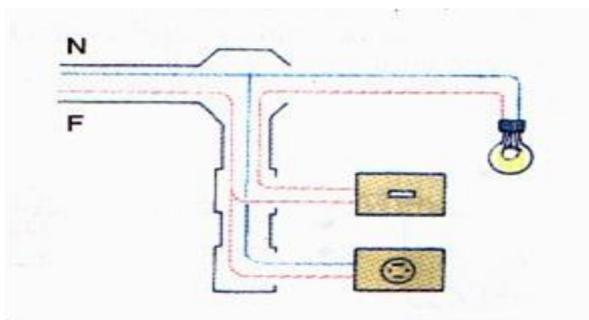
Tomadas

1. Que fios entram numa tomada simples?

Um Fio Neutro e uma Fase.

2. Que fio precisa entrar e sair num interruptor?

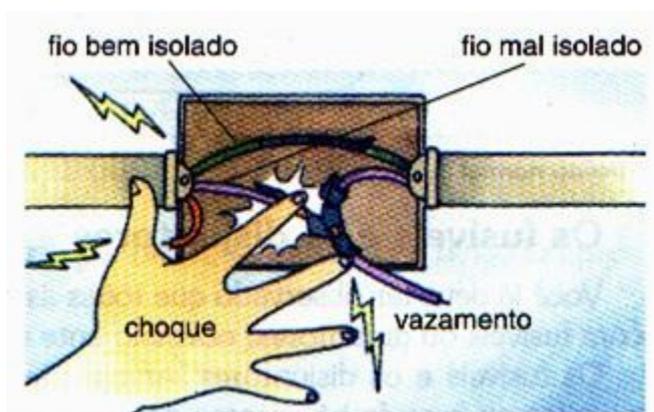
Fio Fase.



Cuidado com as Emendas

As emendas de fios devem ser bem feitas para evitar que elas se aqueçam ou se soltem, provocando acidentes.

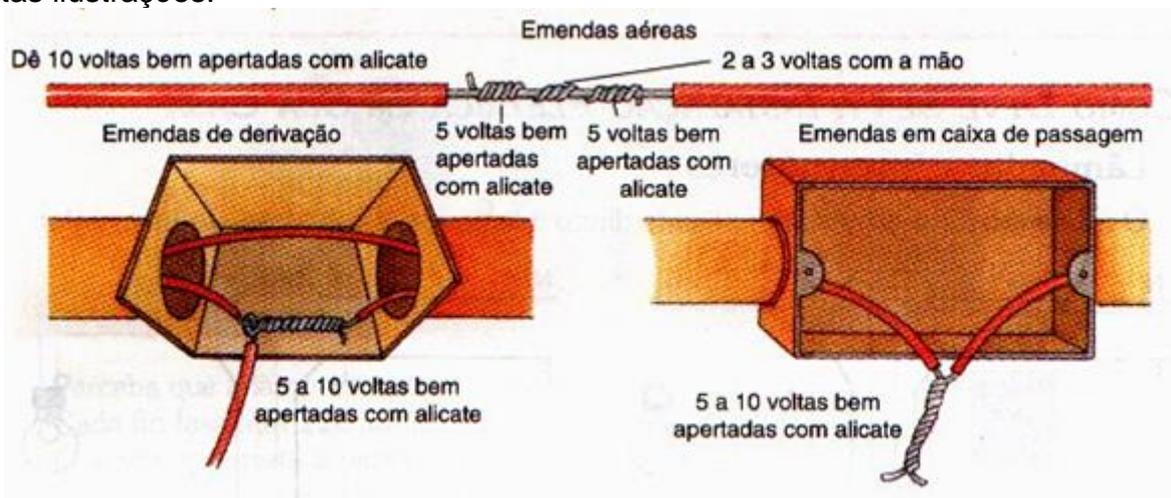
Após fazer as emendas, encape-as com fita isolante, própria para fios.



Não use durex, esparadrapos ou outros materiais para cobrir emendas.

Há diversos tipos de emendas, que são empregadas de acordo com o local onde elas serão realizadas.

Veja estas ilustrações:

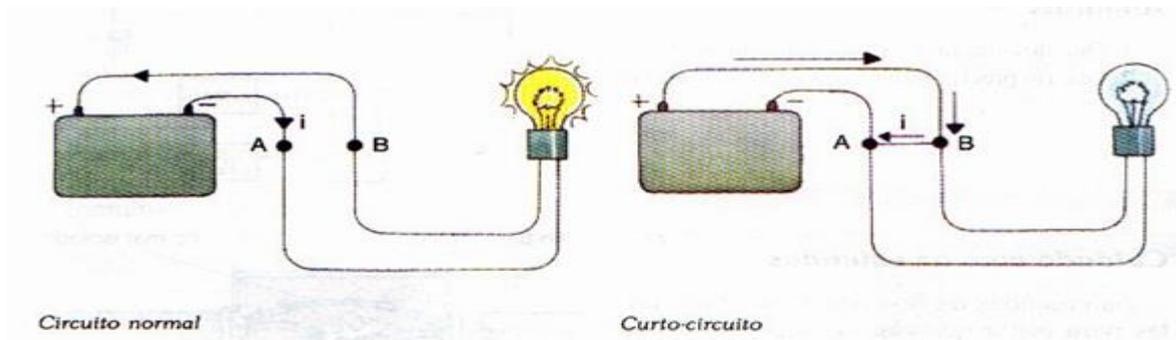


Não deve haver emendas de fios dentro dos conduítes.

Curto-Circuito

Ocorre quando dois fios, um positivo e outro negativo se tocam. Esse contato produz Faísca Elétrica, que muitas vezes é a causa de incêndios nos prédios.

Pode também ocorrer quando aproximamos dois fios de cargas contrárias, através da faísca que salta quando as cargas contidas num fio passam rapidamente para o outro. Essa faísca também provoca incêndio.



Os Fusíveis e os Disjuntores

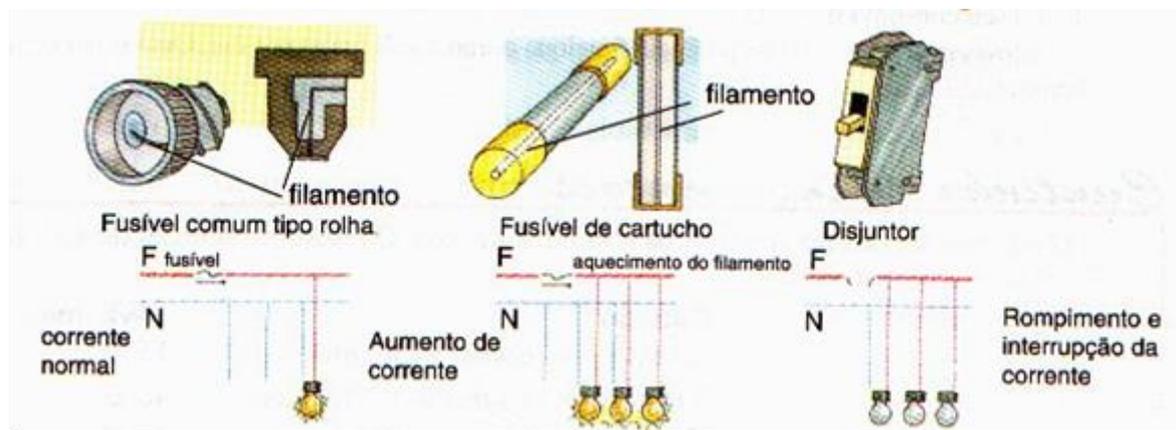
Você já deve ter observado que todas as instalações elétricas têm uma ou mais chaves com Fusíveis ou Disjuntores; normalmente é a caixa de luz das residências.

Os fusíveis e os disjuntores servem para proteger a instalação em casos de curtos-circuitos ou quando há excesso de corrente elétrica.

Nesses casos, os fusíveis e os disjuntores interrompem a passagem de corrente elétrica no circuito, evitando maiores danos.

Vejamos como funciona:

Todo fusível possui um filamento que se derrete facilmente quando é aquecido e um disjuntor que desliga automaticamente quando existe um aquecimento exagerado do fio.



Aumentando a Intensidade de Corrente, o filamento do fusível derrete, interrompendo a Corrente Elétrica.

Cantinho de Informações

Recomenda-se trocar as chaves de Fusíveis por disjuntores, que oferecem maior segurança e não precisam ser substituídos em casos de anormalidades, pois são automáticos, isto é, desligam-se quando há sobrecarga nas instalações elétricas.

Após resolvido o problema, basta religá-los. Consumo médio de alguns eletrodomésticos em watts-horas (Wh):

Ferro Elétrico	700 Wh
Geladeira	700 Wh
Chuveiro Elétrico	2250 Wh
Televisor	1400 Wh
Liquidificador	550 Wh
Enceradeira	150 Wh
Aquecedor Central	1500 Wh
Aspirador de Pó	150 Wh

Calculando o Consumo de Energia Elétrica Mensal dos Eletrodomésticos

Para calcular o Consumo Mensal de Energia de cada aparelho, multiplique a potência do aparelho pelo número de horas em que ele for usado.

Use a fórmula:

$$\text{Consumo (kWh)} = \frac{\text{potência (W)} \cdot \text{horas de uso por dia} \cdot \text{dias de uso no mês}}{1\ 000}$$

Exemplo:

Uma lâmpada de 100 watts fica acesa 6 horas por dia. Qual o consumo dessa lâmpada durante o mês?

$P = 100\text{ W}$ (potência do equipamento)

$$\text{Consumo} = \frac{100\text{W} \cdot 6\text{h} \cdot 30\text{ dias}}{1000} = 18\text{ k W h} / \text{mês}$$

Exercícios

1. Um chuveiro de 4000 watts de potência é usado meia hora (0,5 h) por dia. Qual o seu consumo durante um mês?

2. Um ferro elétrico de 1000 watts de potência é usado durante quinze minutos, todos os dias. Qual o seu consumo mensal?

Obs.: Transforme minutos em horas.

3. Um televisor de 300 watts de potência funciona durante seis horas por dia. Qual o seu consumo mensal?

Cantinho de Informações

Uma casa tem os equipamentos e hábitos abaixo. O consumo mensal de Energia Elétrica é assim calculado:

Equipamento	Cálculo	KWh/mês
Televisor	100 (W) x 6 (horas) x 30 (dias)	18,0
Chuveiro	3.000 (W) x 0,5 (hora) x 30 (dias)	45,0
Ferro Elétrico	800 (W) x 2 (horas) x 10 (dias)	16,0
Aparelho de Som	100 (W) x 1 (hora) x 30 (dias)	1,0
Lâmpada	100 (W) x 1 (hora) x 30 (dias)	3,0
Lâmpada	100 (W) x 1 (hora) x 30 (dias)	3,0
Geladeira de 1 porta		45,0
Total -----		131,0

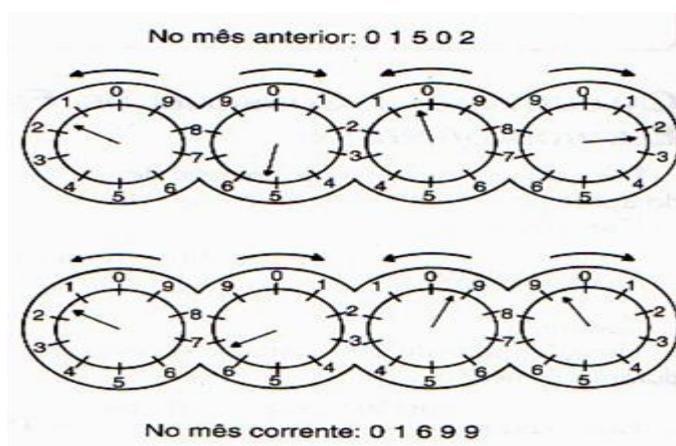
Confira a sua Conta de Luz

Todos os meses o leitor da companhia de energia elétrica coleta dados nos medidores para verificar o consumo de energia mensal.

Existem dois tipos de medidores: o de ponteiros com vários relógios e o outro mais moderno, onde você já lê os números diretamente.

Em ambos, a leitura é feita da esquerda para a direita.

O consumo do mês é obtido pela diferença entre as leituras de dois meses. Veja estes exemplos de leitura nos dois tipos de medidores.



Quanto consumiu:

- 1699

1502

197 quilowatts-horas (kWh) – consumo do mês

Quanto consumiu:

- 1699 Leitura de hoje

1502 Leitura do mês anterior

197 kWh — Consumo do mês

Leitura do Relógio de Luz

0	1	5	0	2	no mês anterior
0	1	6	9	9	no mês corrente

- 1699 Leitura de hoje
- 1502 Leitura do mês anterior
- 197 kWh — Consumo do mês

Esse valor deve ser multiplicado pela tarifa e somado ao imposto. O resultado representa o valor da conta de luz a ser paga.

No medidor de ponteiros, anota-se o último algarismo ultrapassado por eles.

Consertando o Abajur

É muito comum acontecer de seu abajur não acender. Na maioria das vezes, é um simples fio que se desprende do parafuso no interruptor. Verifique primeiro, se a lâmpada não está queimada. Se não estiver, desmonte o interruptor e religue o fio. Nunca se esqueça de que os dois fios paralelos não podem se tocar, senão dá curto-circuito.

A ligação de um interruptor é feita apenas com um fio; o outro fio passa direto.

Consertando o Ferro Elétrico

Quando o ferro de passar roupa não quer funcionar, você deve verificar primeiramente se o fio ou a tomada não estão com defeito. Use a lâmpada-teste para fazer isso.

Se o defeito for dentro do ferro, vá desmontando-o, mas preste muita atenção como as peças estão colocadas. Pode ter algum fio solto lá dentro, ou a resistência pode estar queimada. Se a resistência estiver queimada, leve-a a uma loja especializada em artigos elétricos e compre outra igual. Agora, é só remontar o ferro. Use sempre fita isolante para que as partes metálicas dos fios não encostem umas nas outras.

Consertando o Interruptor de Parede

Antes de mexer no interruptor, desligue a chave geral na caixa de luz e tenha sempre um responsável por perto. Tire os parafusos do interruptor, sempre observando a posição das peças. Se tiver algum fio solto, é só ligá-lo ao parafuso. Se o defeito for do interruptor, leve-o a uma loja especializada e compre outro igual.

Consertando o Chuveiro Elétrico

Não se esqueça de trabalhar sempre com a chave geral desligada. Com o Chuveiro Elétrico, é preciso muito cuidado para não tomar choque, pois a maioria funciona em uma tensão de 220 V. Dentro do chuveiro existe um fio enrolado muitas vezes. É a resistência elétrica. Antes de desmontar o chuveiro, use a lâmpada-teste para verificar se os fios estão bem ligados e se está passando corrente. Repare bem como a resistência está colocada, para substituí-la no mesmo local.

Trocando Fusíveis

Da mesma maneira que você procedeu anteriormente, para trocar os fusíveis ou mexer nos fios de uma lâmpada, desligue antes a chave geral.

Para fazer qualquer serviço de eletricidade, desligue antes a chave geral ou a chave setorial, que corresponde a determinados setores da casa.

Detectando fuga de Energia

Para confirmar se existe fuga de energia em suas instalações, desligue todos os aparelhos elétricos, apague todas as luzes e verifique o disco no medidor. Se este continuar girando, estará confirmada a fuga de energia.

Falta de Energia

Se faltar energia apenas em sua casa, verifique o disjuntor. Se ele estiver desligado, você mesmo pode religá-lo. Caso ele torne a desligar, é provável que exista defeito em alguma parte das instalações elétricas de sua casa. Procure um electricista para fazer o conserto. Quando você for comprar ferramentas, como alicates e chaves de fenda, prefira aquelas com cabos de material isolante.

Cantinho de Informações

Como funciona a Geladeira?

Resumidamente, o processo de resfriamento no interior da geladeira baseia-se no seguinte:

1. No compressor, o gás que circula pelas tubulações (*freon*) é comprimido e liquefeito.
2. Na serpentina, que fica atrás da geladeira, o *freon* perde calor para o ambiente.
3. O *freon* segue até o evaporador, que é uma região de baixa pressão, onde esse *freon* se vaporiza. Quando o *freon* se vaporiza, precisa retirar calor de sua vizinhança, isto é, do interior da geladeira, é semelhante à evaporação do éter, por exemplo, sobre sua pele. Para evaporar, o éter retira calor, esfriando seu corpo. Os alimentos cedendo calor para o evaporador ficam frios.

Economia Elétrica no Lar

Televisor

O televisor é um eletrodoméstico utilizado em média de 4 a 5 horas por dia em cada casa. Tem uma potência de 70 a 200 watts. Consome mensalmente entre 10 e 30 kWh.



Como economizar

- ✓ Não deixe o televisor ligado sem necessidade.
- ✓ Evite dormir com o televisor ligado.

Torneira Elétrica

É um aparelho que consome bastante energia. Acostume-se a usá-la só em casos de necessidade.

Como economizar

- ✓ Evite ligá-la no verão, quando a água não está tão fria.

Geladeira e Freezer

✓ Para evitar que sua geladeira e freezer usem mais energia que o necessário, observe com cuidado estas recomendações:

✓ Instale-os em local bem ventilado, desencostados de paredes ou móveis, fora do alcance dos raios solares e distantes de fontes de calor, como fogões ou estufas.

✓ Não utilize a parte traseira para secar panos e roupas. Deixe-a livre e desimpedida.

✓ Verifique se as borrachas de vedação da porta estão em bom estado. Um modo prático para isso é proceder da seguinte forma:

1 – Abra a porta da geladeira ou do freezer e coloque uma folha de papel entre ela e o gabinete.

2 – Feche a porta, fazendo com que a folha fique presa.

3 – Depois, tente retirá-la; se a folha deslizar e sair com facilidade, é sinal de que as borrachas não estão garantindo a vedação. Imediatamente, providencie a substituição das borrachas, pois o aumento da temperatura da geladeira ou do freezer aumenta o consumo de eletricidade.

✓ Não abra a porta da geladeira ou do freezer sem necessidade.

✓ No inverno, regule-as para uma posição de frio não muito intenso.

✓ Não coloque alimentos ainda quentes na geladeira ou no freezer, para não exigir um esforço maior do motor.

✓ Não coloque líquidos em recipientes sem tampa na geladeira, pois o motor, que também age para retirar a umidade interna, será mais exigido e, portanto, gastará mais energia elétrica.

✓ Não impeça a circulação interna do ar, evitando forrar as prateleiras com tábuas, vidros, plásticos ou quaisquer outros materiais.

✓ Sua geladeira deve ter a capacidade exata para as necessidades de sua família. Quanto maior a geladeira, maior o consumo de eletricidade.

Ferro Elétrico

O Ferro Elétrico é um equipamento que funciona através do aquecimento de uma resistência. Conforme o modelo, sua potência varia de 500 a 1 500 watts e é responsável por um consumo mensal entre 10 e 15 kWh.

Como economizar

✓ O aquecimento do ferro elétrico, várias vezes ao dia, acarreta um desperdício muito grande de energia elétrica. Por isso habitue-se a acumular a maior quantidade possível de roupas, para passá-las todas de uma só vez.

✓ Com os ferros automáticos, use a temperatura indicada para cada tipo de tecido. Passe primeiro as roupas que requeiram temperaturas mais baixas.

✓ Quando tiver necessidade de interromper o serviço, não se esqueça de desligar o ferro. Esta medida evitará acidentes e economizará energia elétrica.

Máquina de Lavar Roupas

A máquina de lavar roupas é um equipamento que possui um ciclo de funcionamento com operações de lavagem, enxágue e centrifugação. Tem uma potência variável entre 500 e 1 000 watts e consome de 5 a 10 kWh por mês.

Como economizar

- ✓ Para você economizar energia e água, procure lavar de uma só vez, a quantidade máxima de roupa indicada pelo fabricante.
- ✓ Acostume-se a limpar o filtro da máquina com frequência.
- ✓ Utilize somente a dosagem correta de sabão especificada pelo fabricante, para que você não tenha que repetir a operação enxaguar.

Iluminação

A iluminação é responsável por cerca de 30% do consumo total de uma residência.

Como economizar

- ✓ Aproveite a luz solar. Evite acender as lâmpadas durante o dia.
- ✓ Apague as lâmpadas dos ambientes desocupados.
- ✓ Nos banheiros, cozinha, lavanderia e garagem instale se possível lâmpadas fluorescentes, que dão melhor resultado, duram mais e gastam menos energia.
- ✓ Uma lâmpada fluorescente de 40 W ilumina mais que uma incandescente de 100 W, e uma fluorescente de 20 W ilumina mais que uma incandescente de 60 W.

Como evitar acidentes com a Eletricidade

- ✓ Quando você for fazer algum reparo na instalação de sua casa, desligue o disjuntor.
- ✓ Muitos aparelhos ligados na mesma tomada aquecem os fios, podendo causar curtos-circuitos.
- ✓ Fios mal isolados na instalação podem provocar desperdício de energia e incêndio.
- ✓ Nunca mexa em aparelhos elétricos com as mãos molhadas ou com os pés em lugares úmidos.
- ✓ Ao trocar uma lâmpada, não toque na parte metálica.
- ✓ Nunca mexa no interior do televisor, mesmo que esteja desligado. Ele pode ter carga acumulada e provocar choques perigosos.
- ✓ Não coloque facas, garfos ou qualquer objeto de metal dentro de aparelhos elétricos ligados.
- ✓ Não deixe as crianças soltarem papagaios perto de redes elétricas.
- ✓ Instalar ou reparar antenas de TV parecem tarefas muito fáceis. Mas muita gente já perdeu a vida fazendo isso. Quando existirem fios elétricos nas proximidades, tenha cuidado!
- ✓ Se a antena tocar nos fios, você corre o risco de ser eletrocutado. Prefira sempre deixar esse serviço para os profissionais especializados.
- ✓ Tenha o máximo cuidado com as crianças. Não deixe que mexam em aparelhos elétricos ligados ou que toquem em tomadas e fios até que elas compreendam o perigo.
- ✓ Os fusíveis devem ter uma amperagem adequada ao circuito elétrico.
- ✓ Se um fusível derreter, desligue a chave imediatamente e procure saber o que houve.
- ✓ Somente depois de consertar o defeito, troque o fusível danificado por outro de igual amperagem.

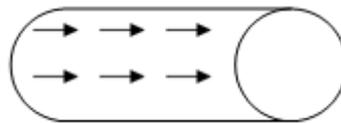
Corrente Elétrica

Consiste em um deslocamento de elétrons através de um fio condutor. Nos metais os elétrons que estão na última órbita se soltam com facilidade e vão passando para os átomos vizinhos. Assim, quando condutores de potenciais diferentes são interligados os elétrons movimentam-se do condutor de menor potencial para o de maior potencial.

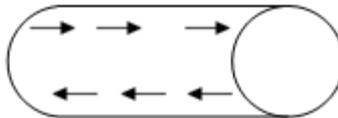
A **Corrente Elétrica** pode se apresentar sob dois aspectos diferentes, a saber:

- ✓ Corrente Contínua (CC)
- ✓ Corrente Alternada (CA)

Uma **Corrente Elétrica** é considerada contínua quando o movimento ordenado dos elétrons se efetua no mesmo sentido, conforme a figura:



Uma **Corrente Elétrica** é considerada alternada quando os elétrons oscilam ordenadamente, ora num, ora em outro sentido.



A Corrente Alternada é mais utilizada do que a Corrente Contínua, por apresentar melhores vantagens. Em nossas residências usamos com mais frequência a alternada, enquanto que a contínua está presente nas pilhas, baterias, etc.

No S. I. (Sistema Internacional) a unidade de medida de corrente é dada em ampère (A). 1 ampère significa a passagem por fio condutor, de 1 coulomb em 1 segundo. O miliampère (mA) é um submúltiplo do ampère bastante utilizado nas medidas de correntes.

Logo:

$$1 \text{ mA} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Em consequência, a intensidade média de corrente é o quociente (a divisão) entre a variação de carga e a variação de tempo:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Onde:

I = corrente em ampères (A)

Δq = variação da carga em coulomb (C)

Δt = variação do tempo em segundos (s)

Exemplos:

A) Se num fio condutor durante 2 minutos, passa uma carga de 1800 C. Qual a intensidade da corrente elétrica que atravessa a secção reta desse condutor?

$$\Delta q = 1800 \text{ C} \quad \Delta t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s (Obs.: 1 min = 60s)}$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$I = \frac{1800}{120}$$

$$I = 15 \text{ A}$$

B) Determine a quantidade de cargas que passam por um condutor em 12 segundos, sabendo que a corrente elétrica tem intensidade de 2,5 A.

$$\Delta t = 12 \text{ s} \quad I = 2,5 \text{ A}$$

$$\text{Use: } \Delta q = I \cdot \Delta t$$

$$\Delta q = 2,5 \cdot 12$$

$$\Delta q = 30 \text{ C}$$

Exercícios

1. Um condutor é percorrido por uma corrente de 2 A. Isso significa que por uma secção transversal desse condutor, em 1 minuto, passa uma carga em coulombs, de:

- a) 0,5
- b) 2
- c) 30
- d) 120

Diferença de Potencial (d.d.p.): também conhecida como tensão ou voltagem, a d.d.p. se resume no trabalho (\mathcal{T}_{AB}) realizado pela força elétrica F exercida sobre a carga q que se desloca entre dois pontos A e B.

A expressão que define ddp e consequentemente trabalho é dada por:

$$\mathcal{T}_{AB} = q \cdot (V_A - V_B)$$

No (S.I.) a unidade de medida de ddp, é dada em volt (V) em homenagem ao italiano Alessandro Volta, inventor da pilha.

$$1 \text{ volt (V)} = \frac{1 \text{ joule (J)}}{1 \text{ coulomb (C)}}$$

Resistores

As ruas da cidade de São Paulo estão congestionadas de pessoas e veículos, trafegar por elas tem sido um exercício de paciência para todos nós, do mesmo modo acontece com os elétrons quando têm que percorrer um condutor resistivo, esses condutores que dificultam a passagem da corrente elétrica são denominados resistores. Esta dificuldade de movimentação dos elétrons através de um fio condutor foi constatada pela primeira vez, pelo alemão Georg Ohm, em sua homenagem a unidade de medida de resistência elétrica no (S.I.) é dada em Ohm (Ω).

1ª Lei de Ohm: mantendo-se constante a temperatura, a corrente elétrica que atravessa um condutor metálico é diretamente proporcional à diferença de potencial (ddp) nos terminais do condutor.

Logo:

$$\boxed{U = R \cdot I} \quad \text{Onde: } \begin{cases} R = \text{resistência.} \\ U = \text{d.d.p. ou tensão.} \\ I = \text{corrente} \end{cases}$$

Através da Lei de Ohm, podemos calcular também a Corrente Elétrica e a Resistência. Veja:

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

Corrente

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

Resistência

Resistividade

A Resistência Elétrica de um fio condutor é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua área. No (S. I.) resistividade é dada em ohm. Metro ($\Omega \cdot m$).

A equação que define Resistividade é:

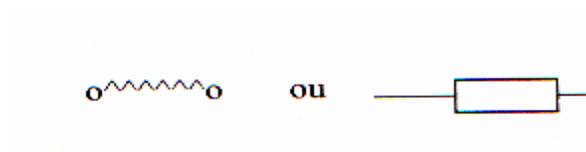
Obs.: ρ = letra grega (rô)

$$\boxed{R = \frac{\rho \cdot l}{A}}$$

Essa equação é também chamada de 2ª Lei de Ohm.

$$\text{Onde: } \begin{cases} \rho = \text{resistividade} \\ R = \text{resistência} \\ l = \text{comprimento do fio} \\ A = \text{área de secção transversal do fio} \end{cases}$$

Símbolos representativos dos Resistores:



O funcionamento dos circuitos elétricos se dá pela combinação dos três elementos da Lei de Ohm: corrente (I), resistência (R) e diferença de potencial (U). Para melhor entender esse funcionamento, vamos agora estudar os valores de Resistência Elétrica.

Código de Cores

Para identificar o valor de um resistor que não traz a resistência gravada numericamente sobre o seu corpo, existem dois caminhos; utilizar o código de cores ou um ohmímetro (aparelho destinado a medida de resistência, normalmente acoplado a um multímetro).

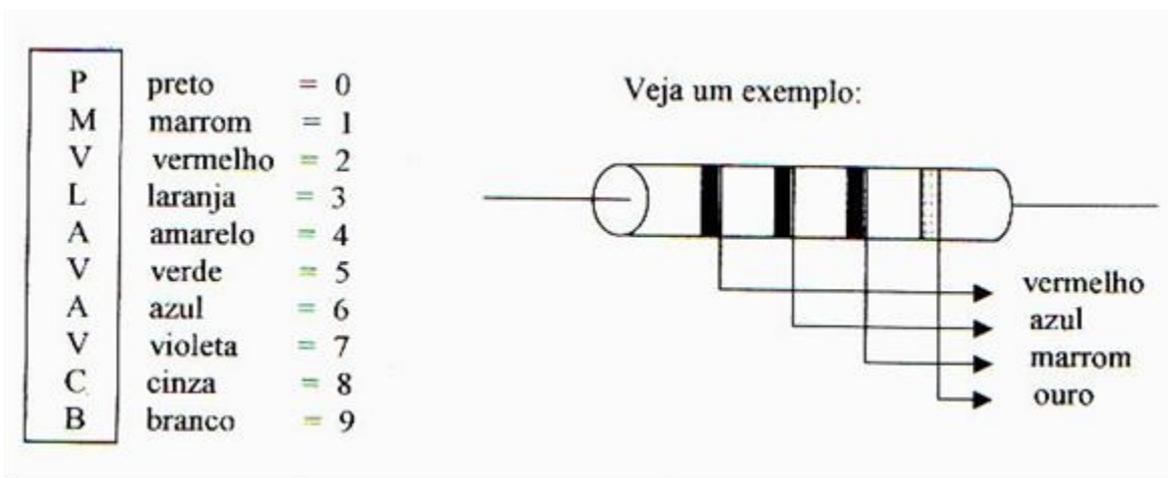
A leitura pelo código de cores exige que se conheça o significado das listras coloridas pintadas no corpo de cada resistor como mostrado abaixo:

1ª listra - refere-se ao 1º algarismo do valor de resistência.

2ª listra - refere-se ao 2º algarismo do valor de resistência.

3ª listra - refere-se ao valor da potência de base 10 que se multiplica aos dois primeiros.

4ª listra - refere-se ao valor percentual de tolerância, sendo ouro (5%) e prata (10%).



Fazendo a leitura pelo código de cores do Resistor dado acima, temos:

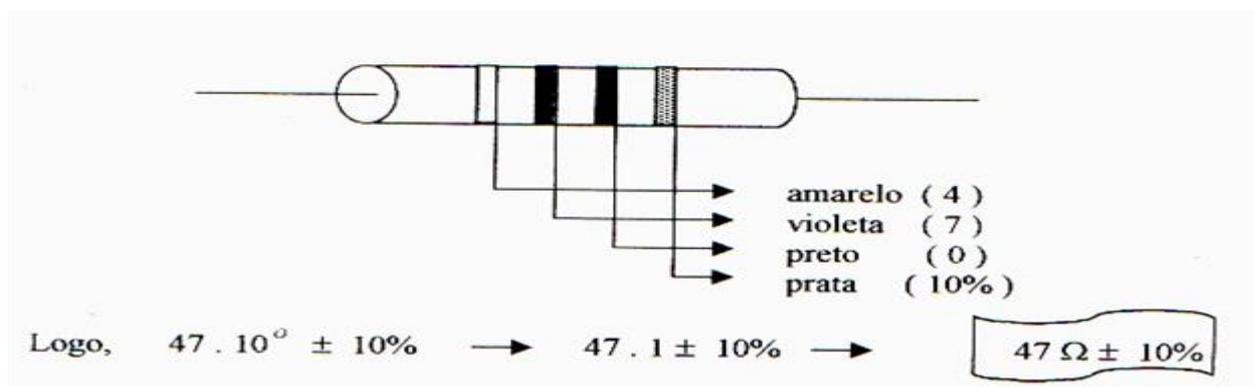
1ª listra → vermelha (2)

2ª listra → azul (6)

3ª listra → marrom (1) Logo, o valor do resistor é: $26 \cdot 10^1 = 260 \Omega$

4ª listra → ouro (5%) com tolerância de 5% podendo medir de 247Ω até 273Ω .

Você seria capaz de pintar as listras num resistor de 47Ω com 10% de tolerância?

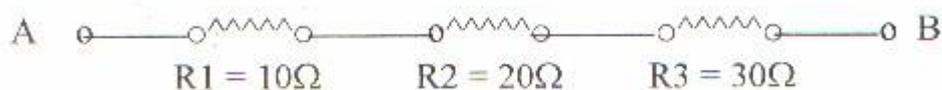


Associação de Resistores

Num circuito elétrico os resistores são combinados, ou melhor, associados de três modos, a saber:

1º - Associação em Série: dois ou mais resistores estão associados em série quando ligados entre si de modo a permitirem apenas um caminho para a corrente entre os pontos A e B, ou seja, eles possuem a mesma Corrente Elétrica.

Veja o exemplo:



O resistor equivalente ou resistência total da associação da figura anterior é dado pelo somatório simples das resistências existentes entre os pontos A e B, através da expressão:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Logo, a resistência equivalente do circuito em série dado anterior é:

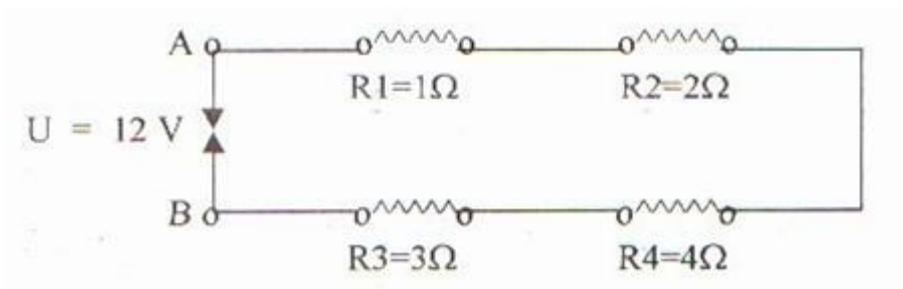
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_t = 10 + 20 + 30$$

$$R_t = 60 \Omega$$

Exemplo:

A. Calcule a resistência equivalente e a corrente que circula entre os pontos A e B do circuito da figura abaixo, sabendo-se que entre A e B está ligada uma bateria de automóvel cuja tensão é de 12 V.



Solução:

Para obter o valor da resistência total:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_t = 1 + 2 + 3 + 4$$

$$R_t = 10 \Omega$$

Para obter o valor da corrente usamos a seguinte relação:

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

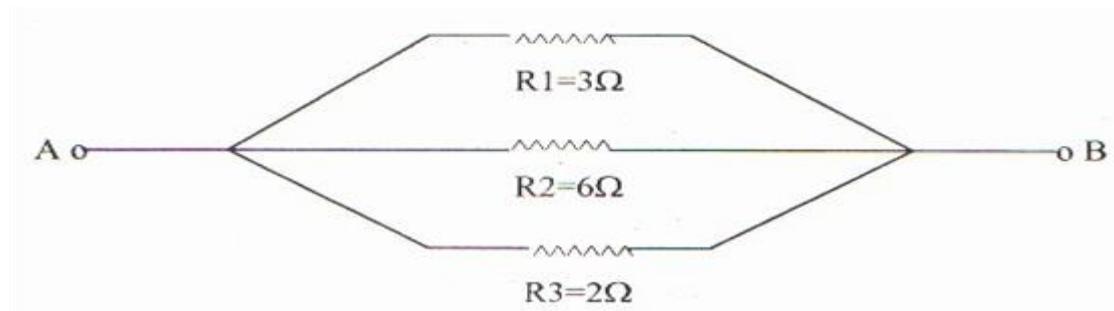
$$I = \frac{12}{10}$$

$$I = 1,2 \text{ A}$$

2º - **Associação em Paralelo:** dois ou mais resistores estão associados em paralelo quando ligados entre si de modo a permitirem dois ou mais caminhos para a corrente, ou seja, possuem geralmente valores diferentes de correntes.

Exemplos:

A) Ache o resistor equivalente na associação abaixo.



O Resistor equivalente da associação acima é dado pelo somatório dos inversos das resistências existentes entre os pontos A e B, através da expressão:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Observação:

Os números de cima das frações chamam-se numeradores e os números de baixo chamam-se denominadores.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2} \quad \text{Primeiro achamos o m.m.c. de 3, 6 e 2 que é 6.}$$

Após acharmos o m.m.c. (6), divide-se pelo denominador (o nº de baixo), em seguida multiplica-se pelo numerador (o número de cima) em cada uma das frações.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{2 + 1 + 3}{6}$$

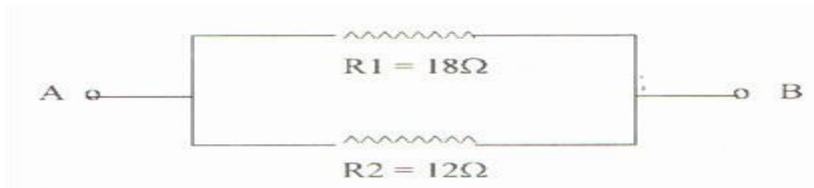
$$\frac{1}{R_t} = \frac{6}{6}$$

$$6 \cdot R_t = 6$$
$$R_t = 1 \Omega$$

Lembre-se, quando há apenas dois resistores ligados em paralelo, ao invés de usar o método da soma dos inversos, podemos aplicar a regra do produto dividido pela soma desses resistores e obter a resistência equivalente com maior rapidez.

$$R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

B) Considere a associação em paralelo, indicada na figura abaixo e calcule a resistência equivalente:



Logo, o cálculo da resistência equivalente para o circuito acima pode ser obtido mais facilmente através da relação:

$$R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Veja:

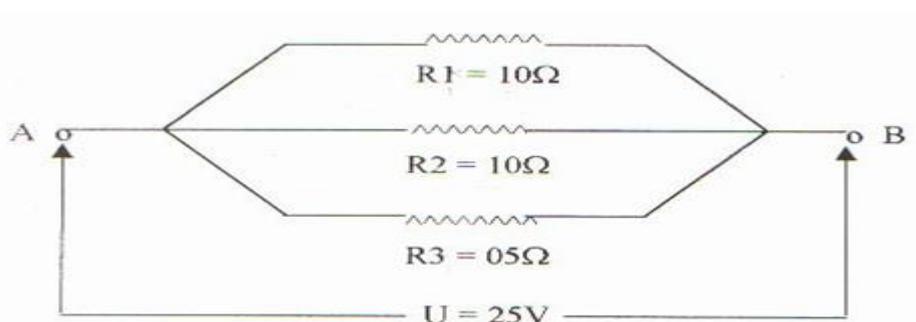
$$R_t = \frac{18 \cdot 12}{18+12}$$

$$R_t = \frac{216}{30}$$

$$R_t = 7,2 \Omega$$

Observação importante: nas associações de resistores em paralelo, a resistência equivalente é sempre menor que qualquer uma das resistências que compõem a associação.

C) Considere a associação de Resistores dada na figura abaixo:



Determine:

- a) a resistência equivalente entre A e B.
- b) a queda de tensão nos resistores: R1, R2 e R3.
- c) a corrente total.
- d) a corrente que passa por: R1, R2 e R3.

Soluções:

$$\text{a) } \frac{1}{R_t} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \longrightarrow \text{m.m.c.} = 10$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1+1+2}{10} \longrightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{4}{10}$$

$$4R_t = 10$$

$$R_t = \frac{10}{4}$$

$$R_t = 2,5 \Omega$$

b) Nos circuitos elétricos, dizemos que duas ou mais resistências estão ligadas em paralelo, quando a tensão da fonte está presente integralmente em todas essas resistências. Em consequência; R1, R2 e R3 possuem a mesma tensão da fonte, ou seja, 25 V de tensão cada uma.

$$U_{R1} = 25 \text{ V} \quad U_{R2} = 25 \text{ V} \quad U_{R3} = 25 \text{ V}$$

c) Podemos calcular a Corrente Total através da fórmula:

$$I = \frac{U}{R} \quad U = 25 \text{ V} \quad R_t = 2,5 \Omega$$

$$I = \frac{25}{2,5} \longrightarrow I = 10 \text{ A}$$

d) Usamos a mesma relação para determinamos as correntes em cada Resistor.

Para R1:

$$I_{R1} = \frac{U}{R1}$$

$$I_{R1} = \frac{25}{10}$$

$$I_{R1} = 2,5 \text{ A}$$

Para R2:

$$I_{R2} = \frac{U}{R2}$$

$$I_{R2} = \frac{25}{10}$$

$$I_{R2} = 2,5 \text{ A}$$

Para R3:

$$I_{R3} = \frac{U}{R3}$$

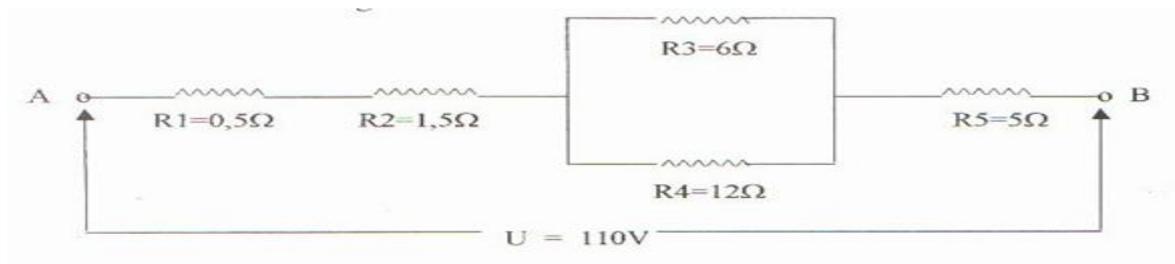
$$I_{R3} = \frac{25}{5}$$

$$I_{R3} = 5 \text{ A}$$

3º - Associação Mista – quando uma associação contém resistores ligados em série e paralelo, dizemos que essa associação é mista. Para se obter a resistência equivalente numa associação mista, resolvemos a parte em paralelo primeiramente, em seguida, redesenhamos o circuito unicamente em série.

Exemplo:

D) Considere o circuito da figura:



No Circuito Misto dado acima, determine:

- Resistência Equivalente entre A e B;
- A Corrente Total que circula entre A e B;
- A Queda de Tensão nos Resistores? R1, R2, R3, R4 e R5;
- A Intensidade da Corrente que atravessa cada um dos Resistores R3 e R4.

Soluções:

Primeiro resolvemos o paralelo entre os resistores R3 = 6 Ω e R4 = 12 Ω.

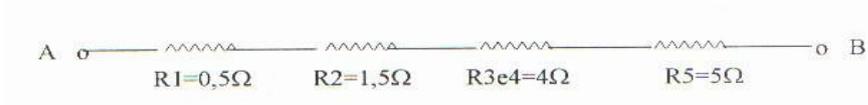
$$R3 \text{ e } R4 = \frac{R3 \cdot R4}{R3 + R4}$$

$$R3 \text{ e } R4 = \frac{6 \cdot 12}{6 + 12}$$

$$R3 \text{ e } R4 = \frac{72}{18}$$

$$R3 \text{ e } R4 = 4 \Omega$$

Redesenhando o circuito, temos:



Como os resistores estão todos em série, a resistência equivalente é:

$$R_t = R1 + R2 + R3 \text{ e } R4 + R5$$

$$R_t = 0,5 + 1,5 + 4 + 5$$

$$R_t = 11 \Omega$$

b)

$$I = \frac{U}{R_t} \quad U = 110 \text{ V} \quad R_t = 11 \Omega$$

$$I = \frac{110}{11}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

c) Para obter a queda de tensão nos resistores R1, R2, R3, R4 e R5, usamos a Lei de Ohm, combinando os valores de cada resistor com o valor da intensidade de corrente que o atravessa:

$$\begin{aligned} \text{ddp em R1} &\longrightarrow U_{R1} = R1 \cdot I \\ &U_{R1} = 0,5 \cdot 10 \\ &U_{R1} = 5 \text{ V} \end{aligned} \quad \boxed{\begin{array}{l} R1 = 0,5 \Omega \\ I = 10 \text{ A} \end{array}}$$

$$\begin{aligned} \text{ddp em R2:} &\longrightarrow U_{R2} = R2 \cdot I \\ &U_{R2} = 1,5 \cdot 10 \\ &U_{R2} = 15 \text{ V} \end{aligned} \quad \boxed{R2 = 1,5 \Omega}$$

$$\begin{aligned} \text{ddp em R3 e R4:} &\longrightarrow U_{R3 \text{ e } R4} = (R3 \text{ e } R4) \cdot I \\ &U_{R3 \text{ e } R4} = 4 \cdot 10 \\ &U_{R3 \text{ e } R4} = 40 \text{ V} \end{aligned} \quad \boxed{R3 \text{ e } R4 = 4 \Omega}$$

$$\begin{aligned} \text{ddp em R5:} &\longrightarrow U_{R5} = R5 \cdot I \\ &U_{R5} = 5 \cdot 10 \\ &U_{R5} = 50 \text{ V} \end{aligned} \quad \boxed{R5 = 5 \Omega}$$

Corrente em R4: $\rightarrow I_{R4} = \frac{U_{R3 \text{ e } R4}}{R4}$

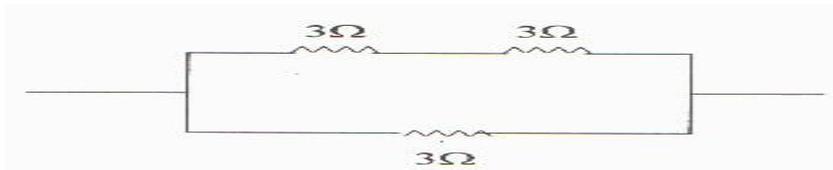
$R4 = 12 \Omega$

$I_{R4} = \frac{40}{12}$

$I_{R4} = 3,3 \text{ A}$

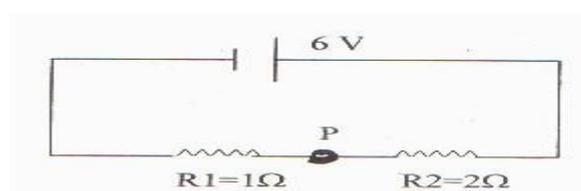
Exercícios

1. A resistência equivalente à associação da figura, em ohms, é de:



- a) 2
- b) 3
- c) 6
- d) 9

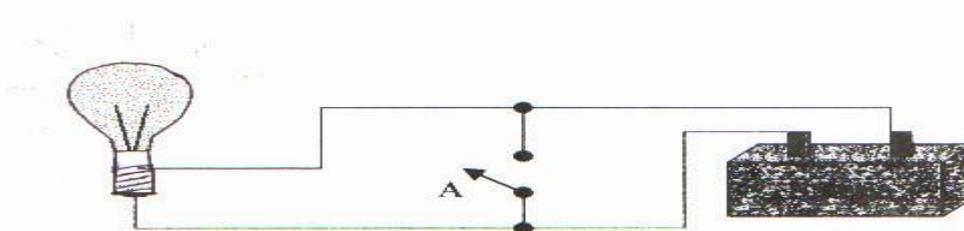
2. No circuito abaixo a corrente que passa pelo ponto P, em ampères é de:



- a) 0
- b) 2
- c) 3
- d) 6

Lembre-se: Diz-se que dois pontos de um circuito estão em *curto-circuito*, quando estão ligados por um fio condutor de resistência nula ou desprezível. Se um fio de resistência nula ou desprezível for ligado a um aparelho em funcionamento, toda a corrente será desviada por ele, caracterizando assim um curto-circuito.

Observe na figura abaixo, uma lâmpada ligada a uma bateria e a chave A aberta.



Ao fechar-se a chave A, um curto-circuito será estabelecido e a lâmpada se apagará. Não haverá mais ddp entre os pontos e toda corrente vai passar pela chave A aquecendo o fio.

Lembre-se: quando se estabelece um curto-circuito num aparelho ele deixa de funcionar, pois sua resistência interna fica anulada.

Potência Elétrica

Podemos definir Potência como sendo a maior ou menor rapidez com que um trabalho é realizado na Unidade de Tempo.

$$P = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t}$$

Onde:

$$\begin{aligned} P &= \text{potência} \\ \mathcal{E} &= \text{trabalho} \\ \Delta t &= \text{variação do tempo} \end{aligned}$$

No (S. I.), potência é dada em watt (W) em homenagem a James Watt, um dos construtores da máquina a vapor.

$$\frac{1\text{W}}{1\text{s}} = 1\text{J}$$

Logo, 1 watt é a energia de 1 joule transformada em 1 segundo.

Um múltiplo do watt é o quilowatt (kW).

$$1\text{kW} = 1000 \text{ W}$$

Outras equações usadas para cálculo de potência, derivadas da Lei de Ohm:

1ª) $P = U \cdot I$ Onde: $P = \text{potência}$
 $U = \text{d.d.p. ou tensão}$
 $I = \text{corrente}$

1ª) $P = U \cdot I$ Onde: $P = \text{potência}$
 $U = \text{d.d.p. ou tensão}$
 $I = \text{corrente}$

2ª) $P = R \cdot I^2$ Onde: $P = \text{potência}$
 $R = \text{resistência}$
 $I = \text{corrente}$

3ª) $P = \frac{U^2}{R}$ Onde: $P = \text{potência}$
 $U = \text{d.d.p. ou tensão}$
 $R = \text{resistência}$

Lembre-se: quando se diz que uma lâmpada é de 100 W, significa que quando ligada ela absorve uma energia de 100 J em cada segundo.

Quilowatt-hora: a Piratininga cobra dos consumidores de energia elétrica com base na unidade quilowatt-hora. O cálculo é feito multiplicando-se a potência consumida pela unidade de tempo. Assim, em unidades do (S. I.) $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}$, o que significa $3,6 \cdot 10^6 \text{ W}\cdot\text{s}$ ou $3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Exemplos:

a) Um chuveiro elétrico, alimentado com uma tensão de 220 V, consome uma potência de 1650 w.

Determine:

a) a intensidade da corrente.

b) a energia consumida durante um banho de 30 min (0,5h).

a) $P = U \cdot I$ $P = 1650 \text{ W}$
 $I = \frac{P}{U}$ $U = 220 \text{ V}$

$$I = \frac{1650}{220}$$

$$I = 7,5 \text{ A}$$

b) $E = P \cdot \Delta t$ $\Delta t = 0,5 \text{ h}$
 $E = 1650 \cdot 0,5$
 $E = 825 \text{ Wh}$

Como o consumo de energia geralmente é medido em kWh, devemos dividir o resultado por 1000, daí, temos:

$$E = 825$$

$$1000$$

$$E = 0,825 \text{ kwh}$$

B) Um eletrodoméstico ligado a uma tomada de 110V é percorrido por uma corrente de 10 A de intensidade. Qual é a potência elétrica consumida por esse eletrodoméstico?

Fórmula: $P = U \cdot I$

$$P = 110 \cdot 10$$

$$P = 1100 \text{ W}$$

$$U = 110 \text{ V}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

C) Qual é a Potência Elétrica dissipada por um resistor de 470Ω submetido a uma Corrente Elétrica de 10 A?

Fórmula: $P = R \cdot I^2$

$$P = 470 \cdot 10^2$$

$$P = 470 \cdot 100$$

$$P = 47000 \text{ W (dividindo por 1000)}$$

$$P = 47 \text{ KW}$$

$$R = 470 \Omega$$

$$I = 10 \text{ A}$$

D) Um ferro de passar roupas possui uma resistência interna de 22Ω , ao ser ligado a uma tomada de 110 v, qual será o valor da potência dissipada?

Fórmula: $P = \frac{U^2}{R}$

$$P = \frac{110^2}{22}$$

$$P = \frac{12100}{22}$$

$$P = 550 \text{ W}$$

$$U = 110 \text{ V}$$

$$R = 22 \Omega$$

Exercício

1. Um aquecedor elétrico tem uma resistência de 88Ω quando em funcionamento, ligado a uma tensão de 220 v. Nessas condições, esse aquecedor dissipa uma potência, em watts, de:

Use: $P = \frac{U^2}{R}$

a) 2,5

b) 275

c) 550

d) 19360

Geradores

Os dispositivos que transformam em energia elétrica outros tipos de energia são denominados geradores. Partindo de vários tipos de energia; como por exemplo: mecânica, química, térmica, etc. o gerador mantém uma ddp entre dois pontos. Entretanto, a potência gerada por esse dispositivo, não é aproveitada totalmente, parte dela, é dissipada pelo próprio gerador. Assim, a potência gerada é a potência dissipada somada a potência útil.

Equação do Gerador:

$$U = E - r \cdot i$$

Onde:

- ✓ U = tensão nos terminais do gerador
- ✓ E = d.d.p. total gerada que recebe o nome de força eletromotriz (f.e.m.)
- ✓ r = resistência interna do gerador
- ✓ i = corrente

Exemplos:

Calcule a d.d.p. nos terminais de um gerador, cuja resistência interna vale $0,5 \Omega$, a corrente tem intensidade de $20A$ e consegue gerar uma f.e.m. de $50 V$.

$$E = 50 V \quad r = 0,5 \Omega \quad I = 20 A$$

$$\text{Fórmula: } U = E - r \cdot i$$

$$U = 50 - 0,5 \cdot 20$$

Observação: primeiro multiplicamos os números $0,5 \cdot 20 = 10$

$$U = 50 - 10 \quad U = 40 v$$

B) Qual dos dispositivos abaixo pode ser considerado um gerador?

- a) pilha
- b) dínamo
- c) bateria
- d) todos são geradores

A resposta correta é a alternativa d.

RECEPTORES

São dispositivos que recebem energia elétrica dos geradores e transformam essa energia em outras modalidades. Os motores elétricos são exemplos de receptores que transformam energia elétrica em mecânica.

Equação do Receptor:

$$U = E + r \cdot i$$

Onde:

U = d.d.p. dos terminais

E = d.d.p. aproveitada, recebe o nome de força contra-eletromotriz (f.c.e.m.)

r = resistência interna

i = corrente

Exemplos:

A – Uma lâmpada pode ser considerada um receptor? Por quê?

Sim, porque recebe energia elétrica e transforma em energia radiante.

B – Calcule a d.d.p. nos terminais de um receptor, cuja resistência vale $0,5 \Omega$, a corrente tem intensidade de 20 A, gerando uma f.c.e.m. de 60 V.

$$\begin{aligned}U &= E + r \cdot i \\U &= 60 + 0,5 \cdot 20 \\U &= 60 + \\10 \quad U &= \\70 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E &= 60 \text{ V} \\r &= 0,5 \\ \Omega \quad I &= 20 \\A\end{aligned}$$

Exercícios

1. Numa lâmpada, estão impressos os seguintes valores: 127 V e 60 W. Eles se referem, respectivamente, a:

a) carga elétrica e a corrente

b) potência e a corrente

c) corrente e a d.d.p. (diferença de potencial) d) d.d.p. (diferença de potencial) e potência.

Um chuveiro elétrico dissipa 2200W quando submetido a uma diferença de potencial de 220V. Pode-se afirmar que:

a) a resistência elétrica do chuveiro é de 10Ω

b) a corrente elétrica que passa pela resistência é de 10 A

c) a resistência elétrica do chuveiro é de $0,0045 \Omega$

d) a corrente elétrica consumida pelo chuveiro é de 1 A

Eletromagnetismo

A constatação, no início do século XIX, de que os fenômenos magnéticos são causados por cargas elétricas em movimento conduziu a uma profunda alteração nas bases da Física. Essa unificação dos fenômenos elétricos e magnéticos, até então considerados como tendo origens diferentes, fez surgir um novo ramo de conhecimento, hoje denominado eletromagnetismo.

Magnetismo

As primeiras observações de **Fenômenos Magnéticos**

Certamente, em várias ocasiões, você já teve um ímã em suas mãos e, brincando com ele, pôde perceber algumas de suas propriedades. Observações semelhantes a essas vêm sendo feitas há muito tempo, pois as primeiras referências a elas foram registradas pelos historiadores há mais de 2000 anos.

Tudo leva a crer que os primeiros ímãs de que se tem notícia foram encontrados na Ásia, em um distrito da Grécia antiga, denominado Magnésia (veja figura abaixo). O nome dessa região deu origem ao termo magnetismo, usado para designar o estudo dos fenômenos relacionados com as propriedades dos ímãs.



Região onde, supõe-se, foram observados os primeiros Fenômenos Magnéticos.

Sabe-se atualmente que os primeiros ímãs encontrados, denominados ímãs naturais, eram constituídos por um minério hoje conhecido como magnetita. Desde aquela época, foi possível observar que um pedaço de ferro, colocado próximo ao ímã:

- ✓ era atraído por ele;
 - ✓ adquiria as mesmas propriedades do ímã, passando a atrair outros pedaços de ferro.
- Na Vida Moderna, são amplamente utilizados ímãs fabricados artificialmente.

O que são os Polos de um ímã?

Quando um ímã é aproximado de pequenos objetos de ferro, como pregos, alfinetes ou limalha (partículas ou pó de ferro), observa-se que a atração dele sobre esses objetos é mais intensa em certas partes, que são denominadas **polos do ímã**. Um ímã em forma de barra tem os polos situados em suas extremidades (fig. abaixo) e, se ele tiver a forma da letra U, os polos se localizam nas extremidades do U (figura abaixo).



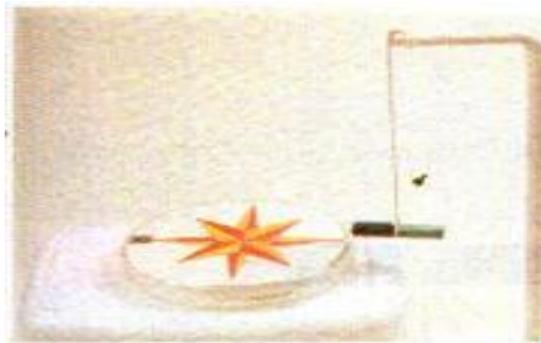
Observe onde estão localizados os polos do ímã.



A limalha de ferro é atraída mais fortemente pelas extremidades do ímã dessa barra. Essas extremidades são os pólos do ímã.

Suspendendo-se um ímã em forma de barra, de modo que possa girar livremente em torno de seu centro, observa-se que ele se orienta sempre ao longo de uma mesma direção. Essa direção coincide aproximadamente com a direção norte-sul da Terra (figura ao lado), de modo que um dos pólos do ímã aponta aproximadamente para o norte geográfico e o outro pólo, para o sul geográfico.

Por esse motivo, os polos de um ímã recebem as seguintes denominações:



Polo norte de um ímã é sua extremidade que aponta para a região norte geográfica da Terra (quando o ímã pode girar livremente); a extremidade que aponta para a região sul geográfica da Terra é o polo sul do ímã.

A propriedade dos ímãs se orientarem ao longo da direção norte-sul é usada na construção de bússolas, que servem como instrumento de orientação de navios, aviões, etc., em viagens na superfície terrestre (este instrumento já era utilizado pelos chineses há mais de 1000 anos).

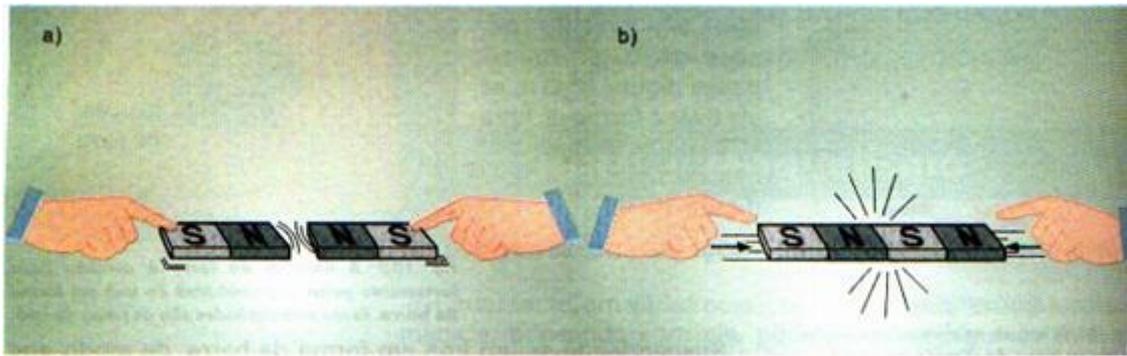


A bússola é constituída essencialmente por um pequeno ímã, em forma de agulha, apoiado de modo a poder girar livremente em torno de seu centro (figura ao lado). O polo norte magnético da agulha (designado por N) é aquele que aponta para o norte geográfico, e seu polo sul magnético (designado por S) é o que aponta para o sul geográfico.

Forças de interação entre os pólos dos ímãs

Um fato que pode ser observado facilmente está mostrado na figura abaixo – parte a: ao tentarmos aproximar o pólo norte de um ímã do polo norte de outro ímã, notamos que há uma força magnética de repulsão entre eles. As forças magnéticas se manifestam a distância, isto é,

sem que haja necessidade de contato entre os dois polos. Do mesmo modo, podemos observar que há também uma força de repulsão entre os dois polos sul dos ímãs. Por outro lado, observe na figura – parte b, entre o polo norte de um ímã e o polo sul de outro há uma força de atração.



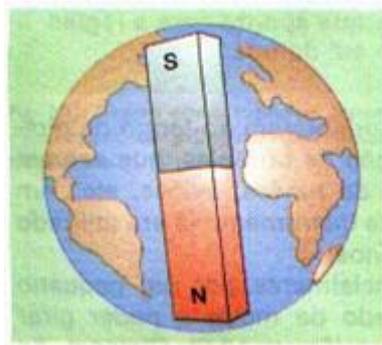
Em Resumo:

Polos Magnéticos de mesmo nome se repelem e Polos Magnéticos de nomes contrários se atraem.

A Terra se comporta como um grande ímã

Durante muito tempo, procurou-se uma explicação para o fato de um ímã suspenso livremente, na superfície da Terra, tomar sempre a orientação norte-sul. Os cientistas, a partir do século XVII, chegaram à conclusão de que isso ocorre porque a Terra se comporta como um grande ímã. Os pólos do ímã-Terra estão localizados próximos aos pólos geográficos da Terra, pois é para essas regiões que são atraídos os

pólos de qualquer agulha magnética. Como são os pólos magnéticos de nomes contrários que se atraem, podemos chegar às seguintes conclusões:



✓ o pólo magnético norte da agulha é atraído pelo norte geográfico. Então, o Polo Norte Geográfico é o Polo Sul Magnético do ímã – Terra (figura acima);

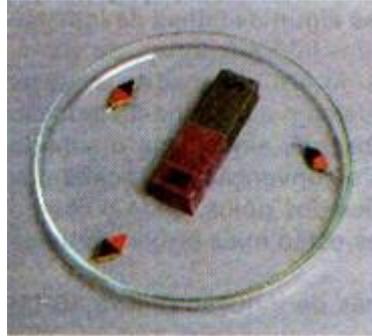
✓ o pólo magnético sul da agulha é atraído pelo sul geográfico. Então, o Polo Sul Geográfico é o Polo Norte Magnético do ímã – Terra.

Portanto, para efeitos magnéticos, podemos imaginar a Terra representada por um grande ímã, isto é:

A Terra se comporta como um grande ímã, cujo Polo Norte Magnético está localizado na Região Sul Geográfica e cujo Polo Sul Magnético está localizado na Região Norte Geográfica.

O que é Campo Magnético?

Se várias Agulhas Magnéticas forem distribuídas em diferentes pontos do espaço em torno de um ímã, cada uma delas se orientará ao longo de uma direção bem determinada, em virtude da ação das forças magnéticas que o ímã exerce sobre a agulha. Na próxima figura, esse fato está mostrado com algumas agulhas magnéticas colocadas nas proximidades de um ímã em forma de barra. Como o ímã tem essa propriedade de orientar as agulhas, dizemos que ele cria um Campo Magnético no espaço em torno dele.



Uma Carga Elétrica cria um campo elétrico no espaço em torno dela, e a presença desse campo pode ser evidenciada pela Força Elétrica exercida sobre uma pequena carga de prova q colocada em qualquer ponto desse espaço.

Portanto:

Um ímã cria no espaço em torno dele um Campo Magnético, e a existência desse campo é comprovada pelo fato de uma Agulha Magnética se orientar quando colocada em qualquer ponto desse espaço.

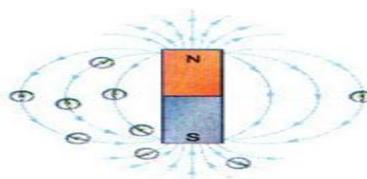
Essa orientação é devida à ação de forças magnéticas que o ímã exerce sobre a agulha.

Linhas de Indução

Para visualizar o Campo Magnético, costuma-se traçar, na região onde ele existe, um conjunto de linhas, denominadas linhas de indução do Campo Magnético (de maneira semelhante, no estudo do Campo Elétrico traçamos as linhas de força para visualizar esse campo). Convencionou-se que:

As Linhas de Indução de um Campo Magnético são traçadas de tal modo que, em cada ponto, sua direção coincida com a direção tomada pela Agulha Magnética ali colocada, e seu sentido seja aquele para onde aponta o Polo Norte da Agulha.

Na figura ao lado, estão mostradas algumas linhas de indução do campo magnético criado por um ímã em forma de barra. Observe que, nos pontos onde foram colocadas agulhas magnéticas, a direção delas coincide com a da linha de indução que passa por aqueles pontos. Observe, ainda, que o sentido dessas linhas está de acordo com a convenção que acabamos de destacar e que, nas proximidades dos Polos, onde o Campo Magnético é mais intenso, as linhas estão mais próximas umas das outras.



Podemos “materializar” as linhas de indução da seguinte maneira:

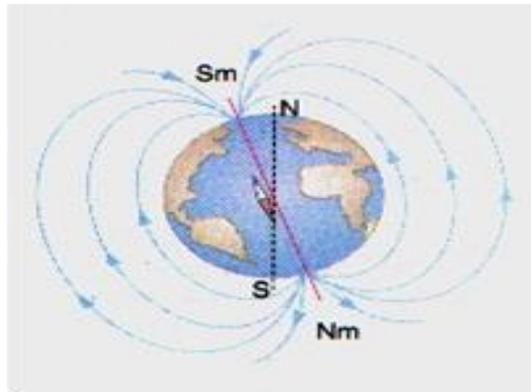
- ✓ limalhas de ferro são espalhadas em uma placa de vidro apoiada sobre o ímã;
- ✓ cada limalha se comporta como uma pequena agulha magnética que se orienta na direção das linhas de indução;
- ✓ dessa maneira, as limalhas, como um todo, adquirem uma configuração que concretiza as linhas de indução no plano da placa de vidro. Esta configuração costuma ser denominada espectro magnético do ímã.

O campo Magnético Terrestre

A Terra se comporta como um grande ímã. Então, no espaço em torno dela, existe um campo magnético, denominado "campo magnético terrestre". Na figura, estão representadas algumas linhas de indução desse campo magnético, no qual todos nós estamos "mergulhados" e que é o responsável pela orientação das agulhas magnéticas das bússolas.

Os cientistas, durante muitos anos, vêm procurando uma explicação para a existência do campo magnético terrestre. Presume-se, atualmente, que ele tenha sua origem em correntes elétricas estabelecidas no núcleo metálico líquido presente na parte central da Terra (correntes elétricas criam campos magnéticos no espaço em torno delas).

Uma teoria bem fundamentada sobre esse assunto não foi ainda formulada, havendo muitas dúvidas a serem esclarecidas. É interessante ressaltar que um dos primeiros fenômenos magnéticos observados (o magnetismo terrestre) não está, até hoje, completamente entendido, apesar dos grandes avanços da Ciência Moderna.



O que é uma Onda Eletromagnética?

As músicas, as notícias, etc., recebidas em um rádio ou em um televisor são emitidas pela antena da estação emissora e propagam-se através do espaço, sendo, então, captadas pelas antenas desses aparelhos. Esses processos são relativamente novos, pois só foram desenvolvidos no século XX. Por isso, muitas pessoas não conseguem entender como essas transmissões são possíveis sem que haja necessidade de uma ligação material (um fio, por exemplo) entre as duas antenas.

Analisando o que está se passando em cada antena e no espaço entre elas, podemos ter uma ideia de como isso ocorre:

- ✓ a antena emissora é ligada a circuitos especiais, que fazem com que os elétrons livres dessa antena entrem em oscilação com grande frequência. A antena é uma haste metálica, colocada verticalmente no alto de uma torre, e os elétrons oscilam para cima e para baixo nesta haste;
- ✓ na segunda metade do século XIX, o grande físico escocês James C. Maxwell mostrou teoricamente que, quando uma carga elétrica está em oscilação (acelerada e desacelerada), como ocorre com os elétrons da antena, dá origem a campos elétricos e magnéticos que se

propagam no espaço, a partir da carga, irradiando-se em todas as direções e podendo alcançar grandes distâncias.

Quem foi James Clerk Maxwell? (1831-1879) – Físico escocês, cuja importância no estudo da eletricidade e do magnetismo é comparada àquela que Newton teve na mecânica, em virtude do caráter fundamental das leis que estabeleceu. Foi no campo do eletromagnetismo que seus trabalhos tiveram maior realce, devendo-se destacar a previsão da existência das ondas eletromagnéticas e um dos triunfos desta teoria: o estabelecimento da natureza eletromagnética da luz.

Maxwell mostrou que esses campos, ao se propagarem, sofrem reflexões, refrações e difrações, isto é, se comportam como uma onda. Não se trata, contudo, de uma Onda Mecânica (como a onda sonora), pois as grandezas que oscilam são campos elétricos e magnéticos, que podem se propagar mesmo no vácuo. Por esta razão, esses campos se propagando receberam a denominação de onda eletromagnética.

Portanto, no espaço entre duas antenas, temos a propagação de uma onda eletromagnética que foi gerada na antena emissora.

Ao atingir a antena receptora, a onda eletromagnética coloca elétrons livres dessa antena em oscilação, com a mesma frequência dos elétrons da antena emissora. Circuitos também especiais no aparelho receptor, ligados à antena, transformam essas oscilações elétricas em ondas sonoras (música, notícias, etc.), iguais àquelas que deram origem à Onda Eletromagnética emitida pela estação.

Todas as ideias propostas por Maxwell, sobre a existência das Ondas Eletromagnéticas e suas propriedades, foram confirmadas experimentalmente, dando origem a um enorme e importante Campo do Conhecimento Científico e Tecnológico.

Em resumo, temos:

Sempre que uma carga elétrica é acelerada (por exemplo, colocada em oscilação) ela emite ou irradia uma onda eletromagnética, isto é, campos elétricos e magnéticos oscilantes, que se propagam no espaço, apresentando todas as propriedades de um movimento ondulatório.

A luz é uma Onda Eletromagnética

Um dos resultados de maior importância obtidos por Maxwell, a partir de sua teoria sobre as ondas eletromagnéticas, foi a determinação do valor da velocidade de propagação dessas ondas. Ele conseguiu deduzir que, no vácuo (ou no ar), uma onda eletromagnética deveria se propagar com a seguinte velocidade:

$$v = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 300 \text{ 000 km/s}$$

Como naquela época a Velocidade da Luz no ar já havia sido determinada experimentalmente com boa precisão, Maxwell percebeu, com grande surpresa, que:

A Velocidade de Propagação de uma Onda Eletromagnética coincidia com a Velocidade da Luz.

Esta constatação levou o cientista a propor a seguinte ideia:

A luz deve ser uma Onda Eletromagnética

Com esta proposta, Maxwell estava respondendo à grande indagação dos físicos do século XIX, pois, embora a natureza ondulatória da luz já estivesse bem estabelecida, não estava ainda definido qual era esse tipo de onda.

Uma série de experiências realizadas no final do século XIX e início do século XX confirmou que a hipótese de Maxwell era verdadeira. Dessa maneira, os fenômenos óticos passaram a ser vistos como tendo origem eletromagnética. Em outras palavras, a óptica tornou-se um ramo da eletricidade, isto é, houve uma unificação desses dois grandes ramos da física, até então estudados independentemente um do outro.

Resumindo:

Ao calcular a propagação de uma onda eletromagnética, Maxwell encontrou um resultado igual à velocidade da luz. Este fato levou-o a propor a idéia de que a luz deveria ser uma onda eletromagnética. Experiências posteriores confirmaram a hipótese de Maxwell, unificando a óptica e a eletricidade.

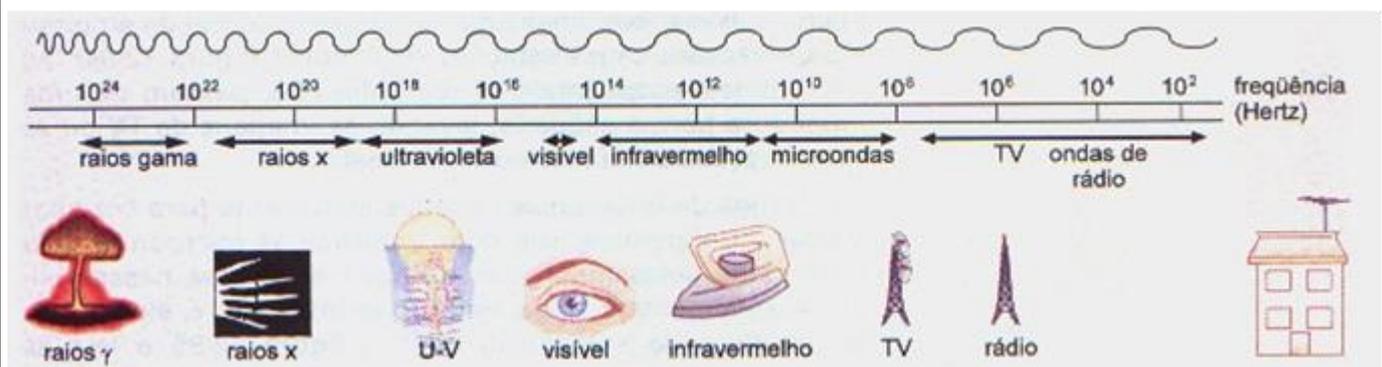
O Espectro Eletromagnético

A Radiação Eletromagnética, cuja emissão, propagação e recepção estão ilustradas na figura ao lado, é um tipo de Onda Eletromagnética denominada onda de rádio. Atualmente são conhecidos vários outros tipos de Ondas Eletromagnéticas, que foram sendo descobertas e estudadas depois da comprovação das ideias de Maxwell.



Deve-se salientar que todas essas ondas têm a mesma natureza: são geradas por cargas elétricas aceleradas (por exemplo, em oscilação) e constituídas por Campos Elétricos e Magnéticos que se propagam no espaço.

Elas diferem entre si basicamente pelo valor da frequência correspondente a cada tipo, o qual recebe uma denominação especial: ondas de rádio, microondas, radiação infravermelha, luz (radiações visíveis), radiação ultravioleta, raios X e raios gama. O conjunto de todas essas ondas constitui o espectro eletromagnético. Veja figura abaixo:



Os diversos tipos de Ondas Eletromagnéticas conhecidas constituem o Espectro Eletromagnético.

Todas as ondas desse espectro se propagam, no vácuo, com a mesma velocidade e a relação analisada no estudo do Movimento Ondulatório, pode ser usada também para qualquer um desses tipos de ondas.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Onde:
 λ = Comprimento da onda
 v = Velocidade da onda
 f = Frequência da onda

Veremos a seguir, as principais propriedades específicas das diversas ondas componentes do Espectro Eletromagnético.

Ondas de Rádio

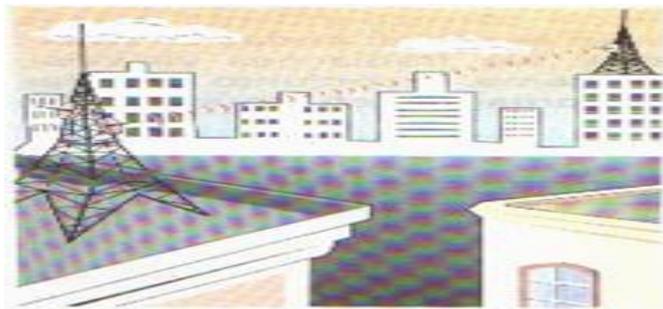
As Ondas de Rádio são as *componentes do espectro eletromagnético que possuem as frequências mais baixas e, conseqüentemente, os valores mais elevados do comprimento de onda λ* (lembre-se de que c tem o mesmo valor para todas as ondas).

Observe, na figura da página anterior, as ondas de rádio chegam até cerca de 10^8 hertz (cem milhões de vibrações por segundo!). Cada emissora de rádio coloca, no espaço, uma onda com frequência própria. Assim, quando dizemos, na linguagem popular, que “a frequência da emissora X é 900 000 hertz”, isto significa que todas as informações dessa emissora são transportadas por uma onda eletromagnética com essa frequência.

Observe, na mesma figura, que as ondas de TV são consideradas ondas de rádio, pois podem também ser produzidas por circuitos elétricos especiais, ligados a uma antena emissora. Elas possuem, entretanto, frequências mais elevadas que as ondas usadas pelas estações de rádio.

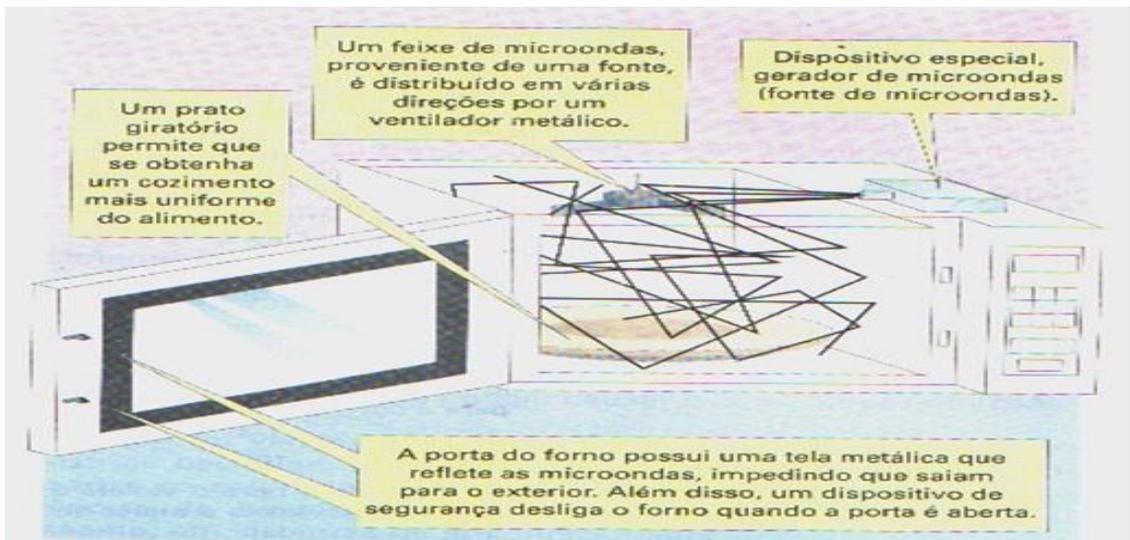
Microondas

A região seguinte do espectro eletromagnético é constituída por ondas de frequência entre, aproximadamente, 10⁸ hertz e 10¹¹ hertz, denominadas micro-ondas, porque possuem comprimentos de onda pequenos (em comparação com as ondas de rádio).



As aplicações tecnológicas das micro-ondas, muito relacionadas com nossa vida diária, são:

- ✓ Em telecomunicações, para transportar os sinais de TV ou de Telefone. Isto é feito instalando-se, entre as torres de emissão e de recepção, várias estações repetidoras (figura). As micro-ondas, propagando-se em linha reta, passam de uma repetidora para a seguinte, levando as imagens de TV ou as conversações telefônicas até seu destino;
- ✓ Nos fornos de micro-ondas, usados atualmente para cozinhar e aquecer alimentos. Isto ocorre porque as micro-ondas são absorvidas pelas moléculas de água existentes nesses alimentos, aumentando sua agitação térmica, isto é, elevando a temperatura da substância (veja a próxima figura e leia as informações fornecidas).



O forno de microondas é uma aplicação muito difundida desse tipo de Radiação Eletromagnética.

Radiação Visível

As ideias de Maxwell sobre a natureza eletromagnética da luz foram amplamente confirmadas pela experiência. Sabemos atualmente que:

✓ As ondas eletromagnéticas visíveis, isto é, que são capazes de estimular nossa visão, estão situadas em uma faixa muito estreita do espectro eletromagnético (entre aproximadamente 4×10^{14} hertz e 7×10^{14} hertz). Isto significa que somos “cegos” para a grande maioria das ondas do espectro eletromagnético;

✓ As diferentes cores que percebemos no espectro da luz branca (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta) correspondem a valores crescentes das frequências situadas na faixa mencionada. Portanto, a cor vermelha corresponde à menor frequência visível (cerca de 4×10^{14} hertz) e a cor violeta, à maior dessas frequências (aproximadamente 7×10^{14} hertz);

✓ As radiações visíveis não podem ser produzidas com circuitos eletrônicos especiais (isto acontece com as ondas de rádio e micro-ondas). Elas são geradas pelas cargas elétricas existentes nos átomos e nas moléculas das substâncias que emitem luz, como um pedaço de papel ao se queimar ou o filamento de uma lâmpada acesa.

Exemplo:

Determine os valores, no ar, dos comprimentos de onda correspondentes às cores vermelha e violeta.

A) Cor Vermelha

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{14}}$$

$$\lambda = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Observação:
Na divisão de expoentes de mesma base conserva-se a base e subtrai os expoentes.
Exemplo.
 $10^8 \cdot 10^{-14} = 10^{-6}$

Dados:

$$v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$f = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz (frequência da luz vermelha)}$$

Exercício

1. Calcule o comprimento da cor violeta, cuja frequência é $7 \cdot 10^{14}$ Hz e a velocidade $v = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Exemplo:

B) O comprimento de uma onda é de $\lambda = 3 \cdot 10^3$ m e sua frequência é de $3 \cdot 10^6$ Hz, calcule a velocidade de propagação dessa onda?

$$\lambda = \frac{v}{f}$$
$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{14}}$$
$$\lambda = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Observação:
Na divisão de expoentes de mesma base conserva-se a base e subtrai os expoentes.
Exemplo:
 $10^{3-14} = 10^{-6}$

Dados:

$v = 3 \cdot 10^8$ m/s
 $f = 4 \cdot 10^{14}$ Hz (frequência da luz vermelha)

Exercício

1. Se o comprimento de uma onda é de $\lambda = 2 \cdot 10^2$ m e sua frequência $2 \cdot 10^{10}$ Hz, calcule a velocidade de propagação dessa onda.

Exemplo

C) Determine a frequência da cor amarela, sabendo-se que seu comprimento é $6 \cdot 10^{-9}$ m e sua velocidade é de $3 \cdot 10^8$ m/s.

$$f = \frac{v}{\lambda}$$
$$f = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-9}}$$
$$f = 0,5 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$$

Observação:
Na divisão de expoentes de mesma base conserva-se a base e subtrai os expoentes.
Exemplo:
 $10^{8-(-9)} = 10^{17}$ Respeitando a regra de sinais na divisão, sinais iguais soma.

Dados:

$v = 3 \cdot 10^8$ m/s
 $\lambda = 6 \cdot 10^{-9}$ m

Exercício

1. Qual a frequência da cor amarela, sabendo-se que seu comprimento $6 \cdot 10^{-7}$ m e velocidade $3 \cdot 10^8$ m/s?

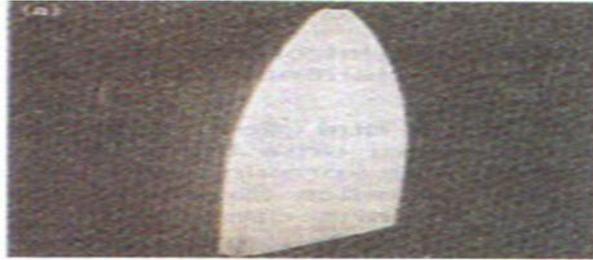
Radiação Infravermelha e Ultravioleta

As Ondas Eletromagnéticas com frequências imediatamente inferiores à da luz vermelha são denominadas radiações infravermelhas, e aquelas cujas frequências são imediatamente superiores à da luz violeta são chamadas radiações ultravioleta (figura da pág. 5).

Podemos destacar as seguintes propriedades desses tipos de ondas:

✓ As Radiações Infravermelhas são emitidas por qualquer objeto a uma determinada temperatura, sendo que quanto mais aquecido estiver o objeto, mais intensa é a emissão. Assim, o nosso corpo, um ferro elétrico de passar roupa em funcionamento, o Sol, etc., são emissores deste tipo de radiação. Ao receber as radiações infravermelhas, um corpo se aquece; por isso, elas são usadas em fisioterapia para aquecer músculos contundidos, reduzindo o tempo necessário para sua recuperação (veja a figura abaixo e leia as informações da legenda);

a) O ferro elétrico foi fotografado em uma sala totalmente escurecida, usando um filme sensível a radiações infravermelhas emitidas por ele.



b) A foto foi obtida por um dispositivo capaz de captar os raios infravermelhos emitidos pelas diversas partes da casa e transformá-los em radiações visíveis. As cores correspondem a radiações de diversas frequências, emitidas por partes da casa que apresentam diferentes temperaturas.



Do mesmo modo que a luz visível, as radiações ultravioletas são emitidas pelas partículas eletrizadas existentes nos átomos das substâncias, como ocorre nas lâmpadas de vapor de mercúrio. Nas lâmpadas fluorescentes, o mercúrio existente no interior do tubo, recebendo energia elétrica, emite raios ultravioleta, que são invisíveis. Essa radiação, incidindo sobre a substância que reveste internamente a parede do tubo, provoca fluorescência desta substância, que então emite a luz (visível) que percebemos.

O Sol é a fonte dos raios ultravioleta que recebemos diariamente. Essas radiações podem ter efeitos benéficos para nosso organismo, mas podem, também, causar danos a ele. De fato, os raios ultravioleta, absorvidos por nossa pele, tornam possível a produção de vitamina D, que auxilia nosso organismo a obter cálcio dos alimentos. Por outro lado, são eles os responsáveis pelo bronzeamento da pele exposta ao sol, mas exposições prolongadas podem causar queimaduras dolorosas (e até câncer da pele).

Como foi verificado que a radiação ultravioleta é capaz de destruir bactérias, lâmpadas que emitem essa radiação são usadas na esterilização de instrumentos, objetos e em dependências de hospitais, restaurantes, salões de beleza e, até mesmo, em sistemas de ar-condicionado.

Raios X e Raios Gama

Os raios X e os raios gama estão localizados no extremo do espectro eletromagnético, correspondente às mais altas frequências e, portanto, aos menores valores dos comprimentos de onda.

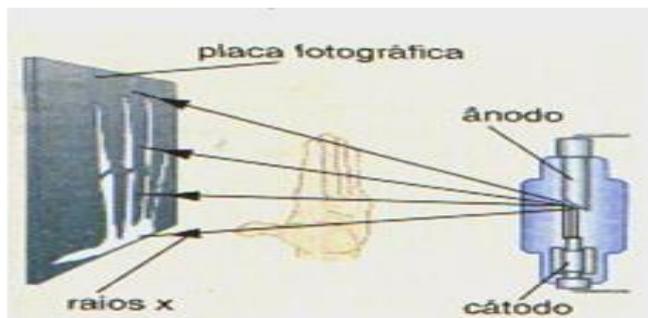
Observe que as faixas de frequência dessas radiações são extremamente elevadas: em torno de 10^{19} hertz para os raios X e superiores a 10^{21} hertz para os Raios Gama.

Os principais usos e propriedades dessas duas radiações são analisados a seguir.

Os raios X foram descobertos acidentalmente em 1895 pelo físico alemão W. Röntgen, que usou esta denominação por não conhecer a natureza das radiações que havia descoberto (raios X = raios desconhecidos).

Na figura abaixo, está representado esquematicamente um tubo usado na produção de raios X: elétrons emitidos pelo cátodo são acelerados por voltagens muito elevadas e colidem contra o ânodo, sendo, portanto, desacelerados; assim, emitem essa Radiação Eletromagnética.

Também está ilustrado, o uso mais conhecido dos Raios X, que é a obtenção de radiografias. O feixe emitido pelo tubo passa através de uma parte do corpo do paciente e incide em uma chapa fotográfica especial (sensível aos raios X). Como essa radiação é absorvida em maior quantidade pelos ossos do que pelos músculos, a parte do filme correspondente aos ossos receberá menor quantidade de raios X. Em virtude disso, a forma dos ossos aparece nitidamente na chapa.



Em uma radiografia, as partes mais claras correspondem aos ossos e as mais escuras, aos músculos da parte do corpo que está sendo radiografada.



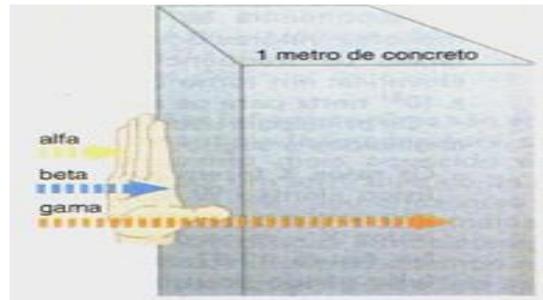
Quando o núcleo de uma substância radioativa se desintegra, em geral emite três tipos de radiações, denominadas α (alfa), β (beta) e γ (gama), como mostra a figura. Os cientistas verificaram que as radiações α (núcleo do hélio) e β (elétrons) são partículas.



As radiações gama, entretanto, não são partículas, tratando-se de uma radiação eletromagnética de altíssima frequência. O poder de penetração na matéria de cada uma dessas radiações está ilustrado na figura. Os raios gama são sempre considerados muito perigosos para o ser humano, porque podem causar câncer em nosso organismo.

Em certas situações, como na explosão de uma bomba atômica ou em acidentes com reatores nucleares (a exemplo de Chernobyl, na ex- URSS), as grandes intensidades de radiações gama

emitidas em todas as direções transformam esses fatos em verdadeiras catástrofes para as pessoas e para o meio ambiente atingidos!



A figura ilustra o poder de penetração das radiações alfa, beta e gama. Observe que as radiações gama são muito mais penetrantes que as outras duas.



Para chamar a atenção sobre a presença, em determinado local, de material radioativo em geral, alertando para o perigo que eles representam, é usado o símbolo universal mostrado na figura ao lado.

Deve-se observar, entretanto, que os raios gama podem ser usados para tratar pacientes cancerosos, pois, apesar de serem prejudiciais ao tecido sadio, eles causam danos ainda maiores ao tecido canceroso (veja a figura e leia as informações).

No tratamento de um tumor cancerígeno, usando raios gama, a parte do aparelho que emite essas radiações gira, descrevendo um círculo, no centro do qual fica localizado o tumor. Desta maneira, a maior quantidade de radiação incide sobre o tumor, e as demais partes do corpo do paciente são pouco atingidas por ela.



O que é Raio Laser?

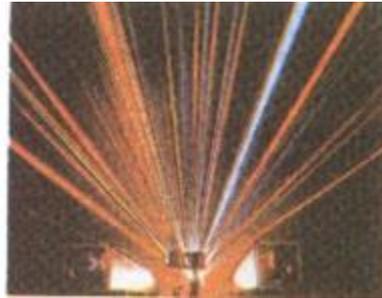
O termo laser é usado para designar um tipo muito especial de luz (radiações visíveis), que a cada dia encontra maior número de aplicações na ciência e nas tecnologias modernas.

Esse termo é uma sigla formada pelas iniciais das seguintes palavras inglesas: light amplification by stimulated emission of radiation, que podemos traduzir da seguinte maneira:

“Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”.

Esta frase é uma indicação de duas características fundamentais do laser:

✓ trata-se de uma luz muito amplificada, concentrada em feixes de pequena espessura e praticamente paralelos (figura). Por isso, a luz de um laser é muitíssimas vezes mais intensa que a luz comum;

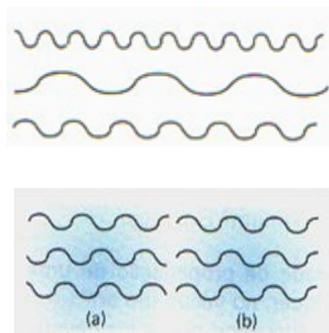


Feixes de raios laser emitidos por aparelhos que utilizam substâncias diferentes. A cor do laser depende da substância utilizada. Por exemplo, um laser de néon emite luz vermelha, um de criptônio emite luz verde, etc.

✓ a expressão “emissão estimulada” indica que o laser tem origem em um processo especial, que ocorre nos átomos da substância emissora e que você poderá estudar em cursos de Física mais avançados.

Podemos, ainda, destacar as seguintes propriedades dessas radiações:

✓ a luz do laser é praticamente monocromática, pois é constituída de radiações que apresentam uma única frequência, de valor bem determinado (com a luz comum não se consegue obter um feixe com uma frequência única), ou seja, ela nunca é perfeitamente monocromática (figura);



✓ a luz do laser é coerente. Para entender o que isto significa, considere a figura abaixo: em (a) está representado um feixe de luz monocromática “não-coerente”, isto é, as cristas e vales das diversas radiações que constituem o feixe não coincidem umas com as outras (as vibrações dos componentes do feixe não são “sincronizadas”). Em (b), representamos um feixe “coerente”, como são os do raio laser: observe que há uma coincidência entre as cristas e os vales, que é mantida enquanto o feixe se propaga (essa propriedade contribui para elevar a intensidade do feixe de laser).

São apresentadas, a seguir, algumas das principais aplicações dos raios laser em nossa vida diária, na medicina, na ciência e na tecnologia em geral.

✓ leitura do código universal de produtos, para conferir preços de mercadorias em supermercados (figura).



- ✓ em telecomunicações, utilizando cabos de fibra óptica, para transportar sinais de TV e de telefone;
- ✓ para soldar e cortar metais;
- ✓ para medir, com precisão, distâncias muito grandes, como a distância da Terra à Lua;
- ✓ para furar orifícios muito pequenos e bem definidos, em substâncias duras;
- ✓ em compact discs (CDs) e videodiscos, para reprodução com altíssima fidelidade e sem ruídos de sons e imagens;
- ✓ na holografia, para obtenção de fotografias tridimensionais de um objeto (hologramas);
- ✓ na medicina, em cirurgias, substituindo os bisturis, na endoscopia e para “soldar” retinas descoladas.

As aplicações do laser vêm se tornando tão amplas e diversificadas que seria praticamente impossível relacionar todas elas.

O Quarto Estado da Matéria

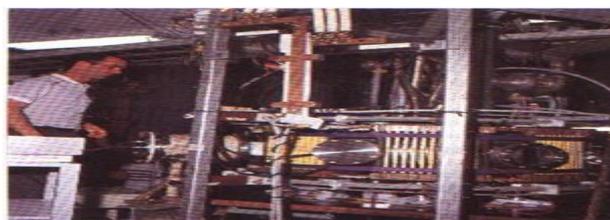


Para muitos, só existem três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso), e pronto. Isso não é verdade. De acordo com as teorias contemporâneas, estão previstos outros estados. Até o momento, os cientistas só descobriram quatro, sendo o quarto chamado de plasma (não tem nada a ver com plasma sanguíneo).

Neste último, leva-se em conta não somente o movimento das partículas, mas também o estado de carga elétrica das mesmas. No plasma, as partículas são íons (partículas eletrizadas) em movimento e em elevadas temperaturas.

O plasma é atingido toda vez que uma quantidade de calor muito grande é fornecida às moléculas de um gás. Com a inevitável elevação da temperatura, os choques entre as moléculas tornam-se tão intensos que passam a ionizá-las (arrancam seus elétrons). Quando se fala em quantidade de calor muito grande, deve-se imaginar que é grande mesmo, a ponto de o plasma ser encontrado no interior do Sol e das estrelas em geral (temperatura de milhões de graus Celsius).

De uns anos para cá, os cientistas estão desenvolvendo aparelhos para reproduzir o plasma em laboratório. Na Universidade de São Paulo existe um laboratório de plasma onde há alguns anos está sendo desenvolvido um equipamento chamado Tokamak.



Laboratório de plasma do Instituto de Física da USP.

Não se desespere pelo fato de o plasma parecer tão esotérico. Você pode observá-lo na Terra em condições muito especiais e repentinas. Ele é o famoso relâmpago que se observa em dias de tempestade.



O relâmpago é um exemplo do quarto estado da matéria.

Noções de Física Nuclear

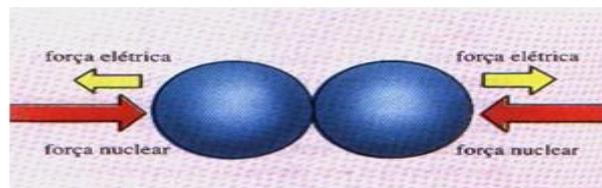
Quando se fala em Física Nuclear, parece assunto complicado, “coisa de louco”, como algumas pessoas gostam de rotular. Entretanto, os assuntos básicos relativos ao núcleo do átomo são simples de entender. Complicado é manter um laboratório com aparelhos para pesquisas nucleares.

A primeira questão que se propõe, para ter uma ideia do que se passa no núcleo, é a seguinte: como é possível que os prótons fiquem agregados no núcleo, se possuem cargas elétricas positivas e estamos cansados de saber que cargas de mesmos sinais se repelem?

Essa questão atormentou os cientistas nas primeiras décadas do século XX, mas hoje se sabe que a união das partículas no núcleo é garantida por interações muito fortes, conhecidas por forças nucleares.

Para que você possa refletir sobre o papel dessas forças, é necessário saber que no universo há três tipos básicos de forças de interação: gravitacionais (consideradas fracas), eletromagnéticas (médias) e nucleares (muito fortes).

Assim, entre os prótons há dois tipos de forças atuando: as elétricas (de repulsão) e as nucleares (de atração). Como as nucleares são muito mais intensas que as elétricas, os prótons ficam unidos no núcleo.



Representação esquemática de dois prótons com as forças que atuam sobre eles.

É importante dizer que as forças nucleares são de curto alcance e que também atuam sobre os nêutrons. Do ponto de vista da Física Nuclear, tanto os prótons quanto os nêutrons são chamados de núcleons. Desse modo, generalizamos dizendo que as forças nucleares são as que mantêm os núcleons unidos.

Pouco se sabe ainda sobre as forças nucleares, apesar de fortunas serem gastas, anualmente, em muitos países, para desvendá-las por completo. Em 1935, o japonês Hideki Yukawa (1907-1981) propôs uma teoria que contribuiu bastante para que se adiantassem os estudos das forças nucleares. Ele previu a existência de outras partículas menores no núcleo, chamadas mésons, que contribuem para a manutenção da estabilidade nuclear.

Histórico Nuclear

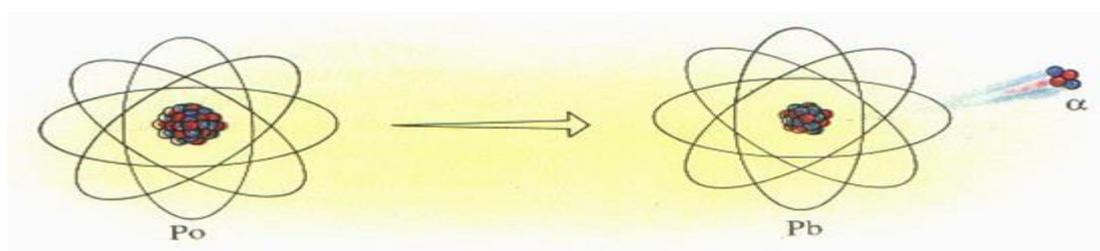
Muitas coisas acontecem no núcleo do átomo. As primeiras evidências sobre as atividades nucleares começaram a ser observadas no final do século XIX. Em 1896, o francês Henri Becquerel (1852-1908) verificou que um sal de urânio deixava impressões em chapas fotográficas. Inicialmente, não houve explicações para o fenômeno.

Mais tarde, o casal Marie Sklodowska Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906) descobriu os elementos polônio (Po) e rádio (Ra) e percebeu que ambos deixavam impressões mais acentuadas nas chapas fotográficas. Esses fatos foram às primeiras observações do fenômeno que conhecemos hoje pelo nome de *radiatividade*.

Com os experimentos de Rutherford, e outros avanços científicos, constatou-se que a radiatividade é gerada pelo núcleo atômico. Alguns núcleos são instáveis e liberam partículas e/ou ondas eletromagnéticas. Dizer que um núcleo é instável equivale a afirmar que ele não é capaz de conter por muito tempo todas as partículas que abriga e, para ficar numa situação mais cômoda, acaba se livrando de algumas delas.

A partícula α (alfa), que Rutherford utilizou em sua célebre experiência, nada mais é do que um caroço formado por 2 prótons e 2 nêutrons (todos bem ligados), espirrado de um núcleo (no caso era de polônio). Quando o polônio emite uma partícula α , fica portanto com 2 prótons e 2 nêutrons a menos. Mais do que isso, deixa de ser polônio e passa a ser chumbo (Pb), porque com 2 prótons a menos seu número atômico muda.

Esquemáticamente, temos:



A partícula α tem carga elétrica positiva, e logo depois arranja algum jeito de capturar dois elétrons do meio, para formar um átomo de hélio (He), porque a partícula α é igual a um núcleo de hélio.

Outra partícula emitida por radiatividade é a β (beta). Esta tem carga elétrica negativa, e na verdade é um elétron expulso por um núcleo.

O que acontece é que o elétron emitido pelo núcleo resultou da decomposição de um nêutron. Sabe-se hoje que em condições especiais o nêutron se fragmenta, comportando-se de acordo com o seguinte esquema:

Nêutron – próton + elétron + resíduo

Esse esquema indica que o nêutron, ao se romper, tem um pedaço de si transformado em elétron, e o pedaço restante continua no núcleo como próton.

É claro que essa é uma explicação simplificada, mas pode ajudar a compreender o fenômeno.

O terceiro tipo de radiação é chamado de γ (gama). Não é constituído por partícula material, mas apenas por uma quantidade de energia que se propaga sob a forma de onda eletromagnética.



Esquema básico dos três tipos de Radiação Nuclear.

Existem dois processos no qual pode-se obter energia nuclear

1. Fissão Nuclear

A Instabilidade Nuclear também é responsável por outros fenômenos mais complexos. Um deles é a fissão nuclear, que nada mais é do que um núcleo que se quebra em dois ou mais pedaços. Vejamos um exemplo:

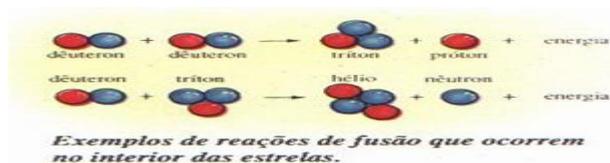


A fissão nuclear é o fenômeno que conduziu pesquisadores à fabricação das primeiras bombas atômicas, porque é um processo que libera grande quantidade de energia (sob a forma de calor). Mas não pense que energia nuclear só serve para produzir bombas. Alguns países, que possuem poucos recursos convencionais de geração de energia (hidrelétrica, termelétrica, etc.), precisam ter usinas nucleares. O problema é que se trata de uma tecnologia cara e que apresenta alguns riscos sérios.

2. Fusão Nuclear

A reação de fusão pode ser resumida, aproximadamente, como o fenômeno inverso da fissão, isto é: ocorre agregação de núcleos para a formação de outros núcleos. Esse fenômeno ocorre naturalmente no interior das estrelas e é responsável pela liberação da energia (luz e calor) que recebemos delas, principalmente do Sol.

Nas estrelas, núcleos de hidrogênio pesado (chamados dêuteron e trítion) se fundem para formar núcleos de hélio, liberando enorme quantidade de energia. Tais reações se passam dentro do plasma a que nos referimos anteriormente.



A fusão é a base da bomba de hidrogênio (bomba H), muito poderosa e destruidora. Mas não vamos pensar nesse lado da questão, porque o que mais nos interessa aqui é o fenômeno natural, e não aquele provocado pelo homem para satisfazer seus interesses.

Unidades de Base do Sistema Internacional (SI)

Grandezas Fundamentais	Unidades SI	
	Nome	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s
Corrente Elétrica	Ampére	A
Temperatura Termodinâmica	Kelvin	K
Quantidade de Matéria	Mol	mol
Intensidade Luminosa	Candela	cd
Grandezas Derivadas	Nome	Símbolo
Velocidade	Metro/segundo	m/s
Aceleração	Metro por segundo ao quadrado	m/s ²
Força	Newton	N
Quantidade de Movimento e Impulso	Quilograma vezes metro por segundo ou Newton vezes segundo	Kg.m/s ou N.s
Torque	Newton vezes metro	N.m
Constante Elástica	Newton por metro	n/m
Volume	Metro Cúbico	m ³
Densidade	Quilograma por metro cúbico	Kg/m ³
Superfície	Metro quadrado	m ²
Pressão	Pascal	Pa
Energia e Trabalho	Joule	J
Potência	watt	w
Frequência	Hertz	Hz
Velocidade Angular	Radiano por Segundo	rad/s
Temperatura	Graus Celsius	°C
Convergência	dioptria	di
Resistência Elétrica	ohm	Ω
Resistividade	ohm vezes Metro	Ω.m
Carga Elétrica	Coulomb	C
Campo Elétrico	Newton por Coulomb ou Volt por Metro	N/C ou V/m
Tensão Elétrica, Diferença de Potencial Elétrico ou Força Eletromotriz	Volt	V
Capacitância	Farad	f
Fluxo Magnético	Tesla	t
Campo Magnético	Weber	wb

