

Conceitos Básicos de Eletricidade



Profa. Ana Barros

Plano de Curso

1) Carga Elétrica

1.1 Propriedades

1.2 Estrutura atômica

2) Isolantes e condutores

3) Processos de Eletrização

3.1 Eletrização por contato

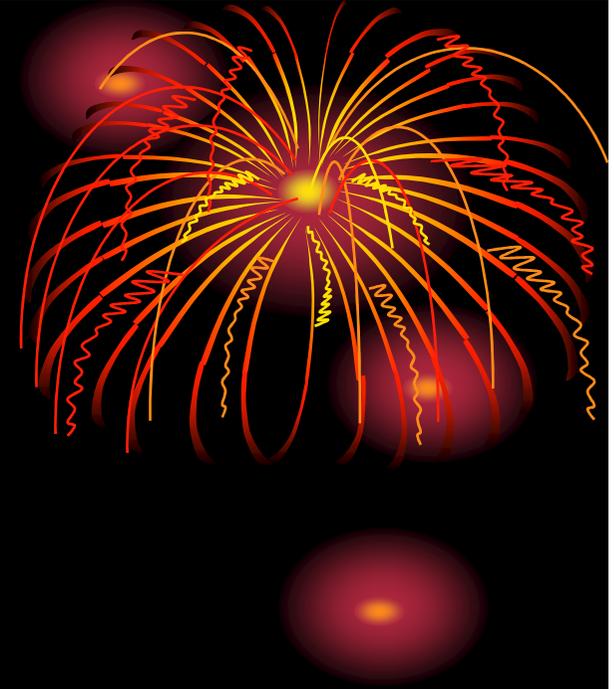
3.2 Eletrização por indução

4) Corrente Elétrica

4.1 Conceito de corrente elétrica

4.2 Sentido convencional da corrente

4.3 Intensidade de corrente elétrica



4.4 Efeitos da corrente elétrica

4.4.1 Efeito térmico

4.4.2 Efeito químico

4.4.3 Efeito magnético

4.4.4 Efeito luminoso

4.4.5 Efeito fisiológico

5) Potencial Elétrico

5.1 Noção qualitativa

5.2 Aterramento

6) Resistência Elétrica

6.1 Definição

6.2 Resistores ôhmicos e não-ôhmicos

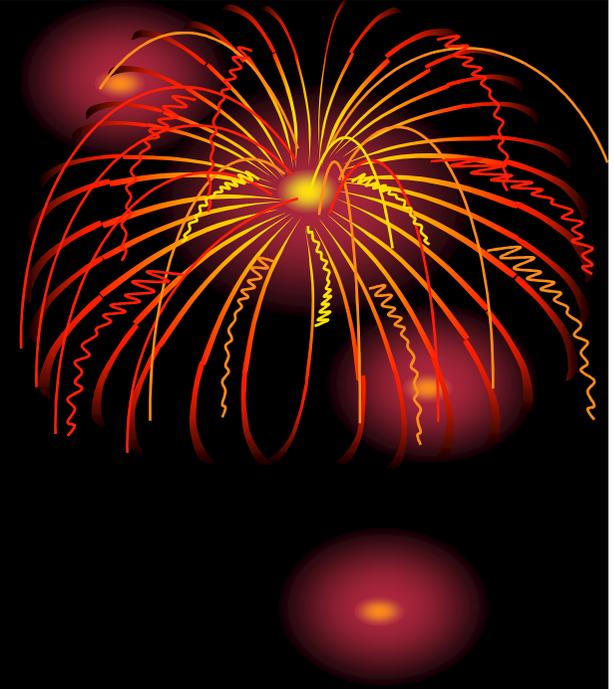
6.3 Resistividade

6.4 Associação de resistores

6.4.1 Série

6.4.2 Paralelo

6.4.3 Mista



7) Potência Elétrica

8) Corrente Alternada

8.1 Fase de uma corrente alternada

8.1.1 Circuito resistivo puro

8.1.2 Circuito indutivo puro

8.1.3 Circuito capacitivo puro

8.1.4 Circuito arbitrário

8.2 Valor médio e valor eficaz

8.3 Potência aparente, ativa, reativa

9) Magnetismo

9.1 Linhas de força magnéticas

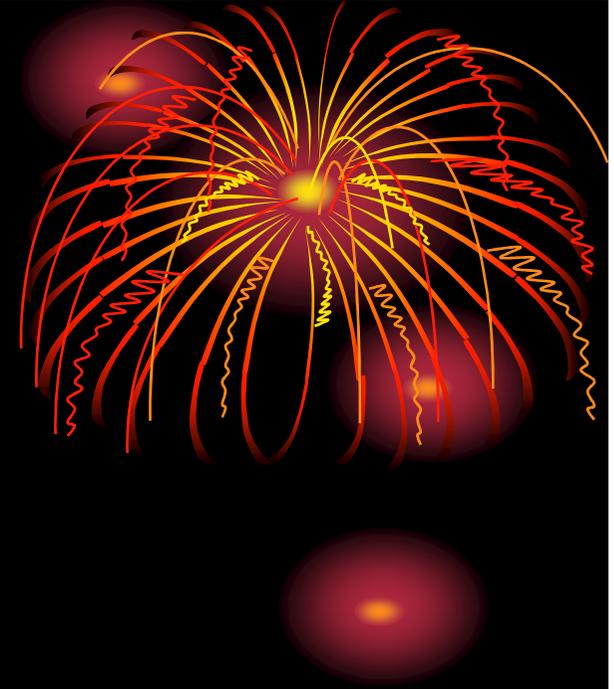
9.2 Magnetização

9.3 Campo magnético gerado por uma corrente elétrica

10) Indução Eletromagnética

10.1 Sentido da corrente induzida

10.2 Gerador de corrente alternada

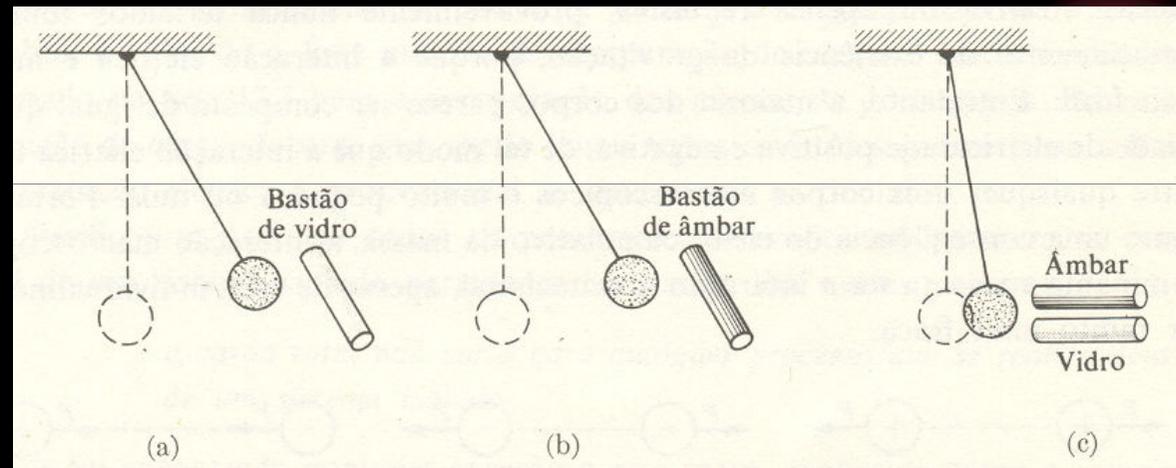


1 – CARGA ELÉTRICA

1.1 - Propriedades

Experiência 1: friccionar um bastão de vidro com um pedaço de seda. Adquirem uma nova propriedade →

eletricidade



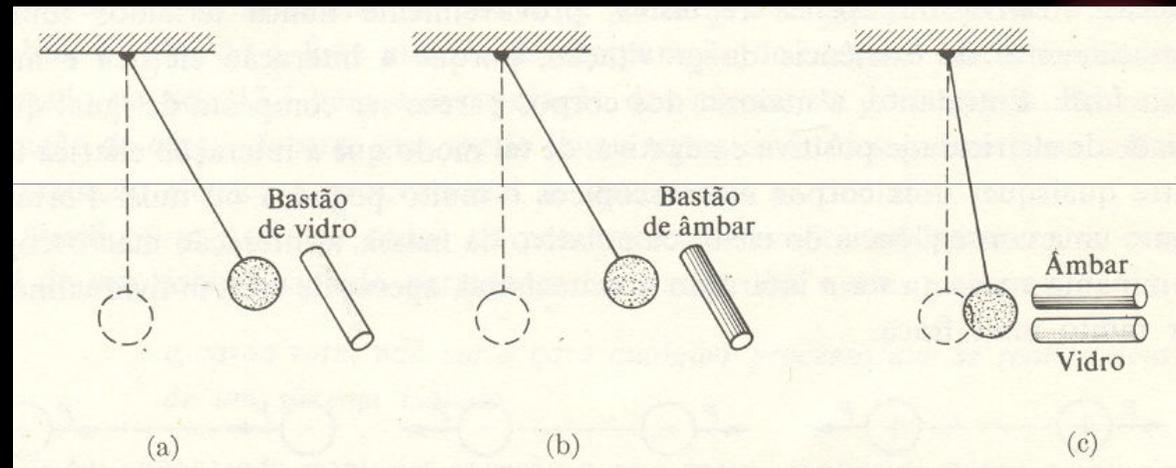
a) Bastão de vidro eletrizado próximo a uma pequena bola de cortiça pendurada por um fio → bastão **atrai** a bola.

1 – CARGA ELÉTRICA

1.1 - Propriedades

Experiência 1: friccionar um bastão de vidro com um pedaço de seda. Adquirem uma nova propriedade →

eletricidade

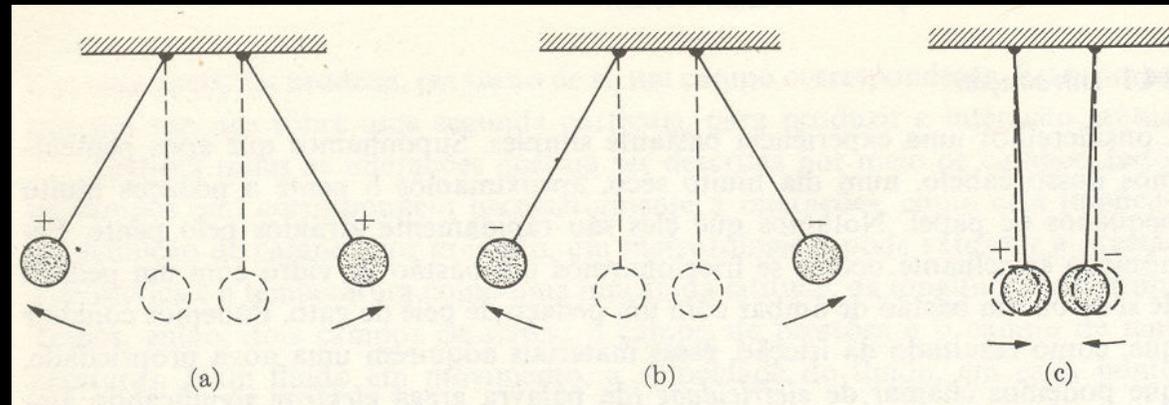


b) Bastão de âmbar eletrizado próximo a uma pequena bola de cortiça pendurada por um fio → bastão **atrai** a bola.

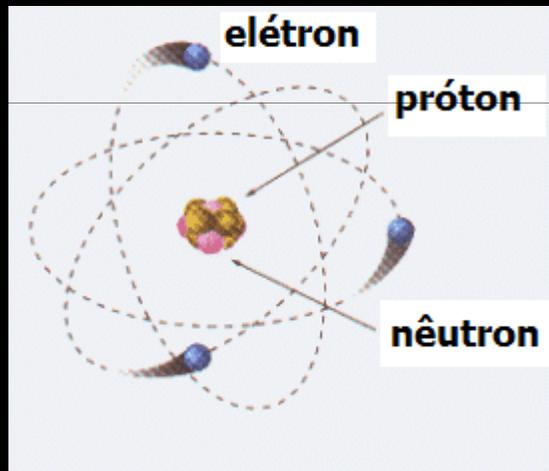
c) Com ambos os bastões → uma atração menor ou mesmo nenhuma. Possuem efeitos opostos → dois tipos de estados eletrizados. (+) e (-)



Experiência 2: tocar duas bolas de cortiça com um bastão de vidro eletrizado (a) e com um de âmbar eletrizado (b). Uma com o de vidro e outra com o de âmbar (c).



- Dois corpos com a mesma espécie de eletrização (ambos + ou -) repelem-se. Se tem tipos diferentes de eletrização (um + e outro -), atraem-se.
- Caracterizar o estado de eletrização de um corpo definindo **carga elétrica** (q). (+) ou (-).



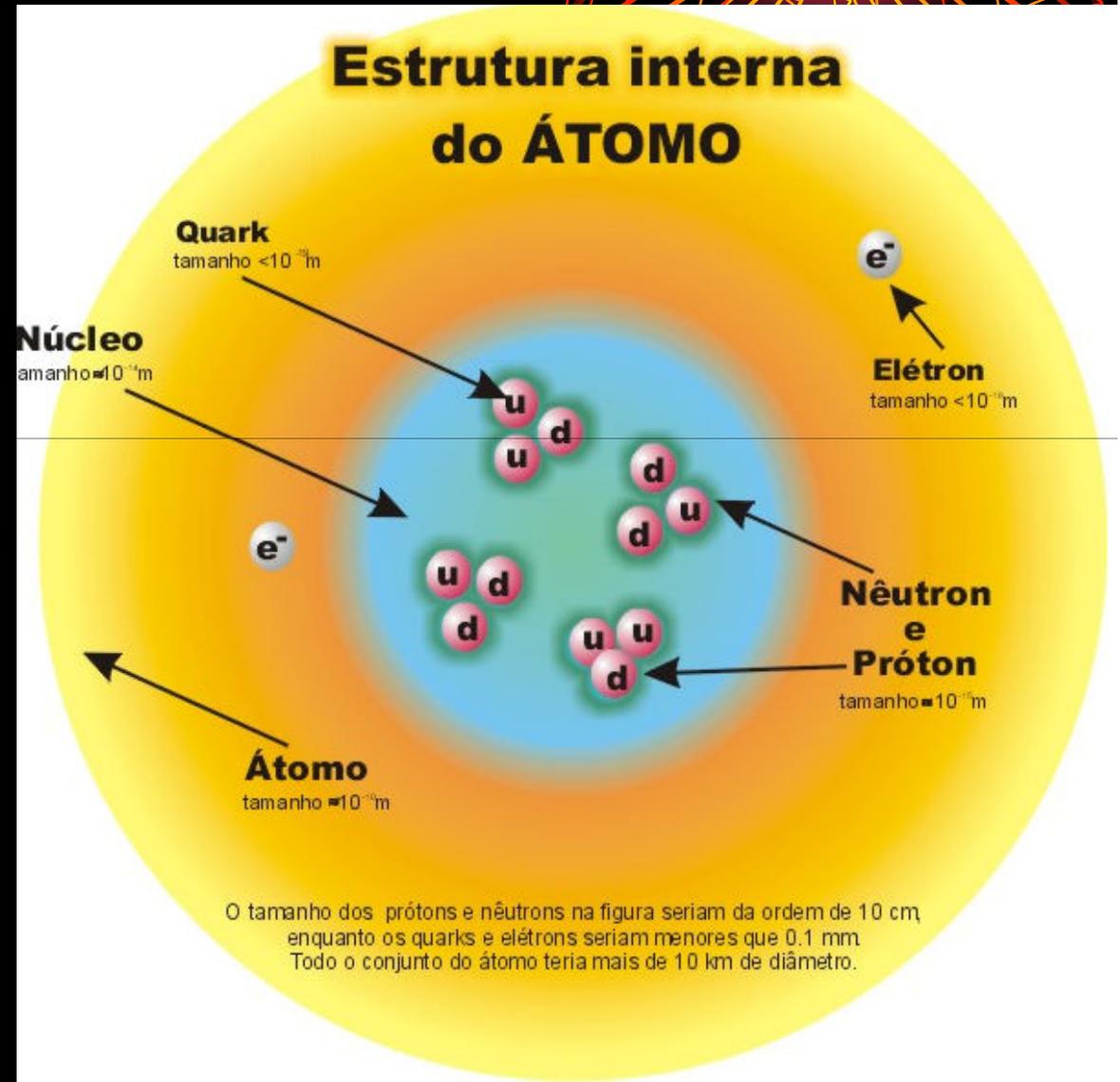
- A carga total de um corpo é a soma algébrica de suas cargas (+) e (-).
- Corpo com quantidade de (+) = (-) → eletricamente neutro.
- A carga total não varia para qualquer processo que se realiza dentro de um sistema isolado. **Princípio de conservação da carga elétrica.**

1.2 - Estrutura atômica

Próton: carga elétrica positiva

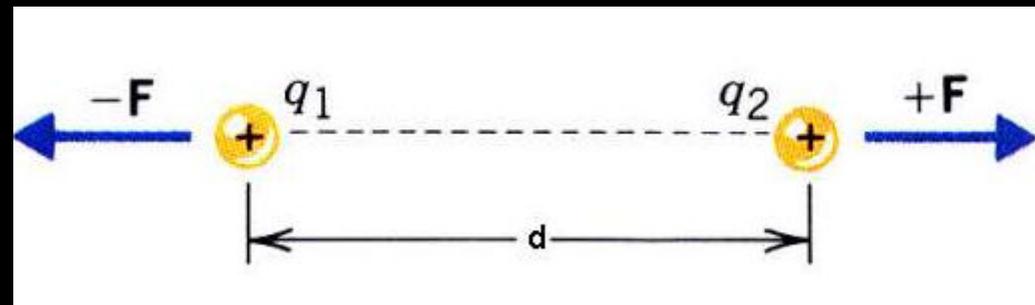
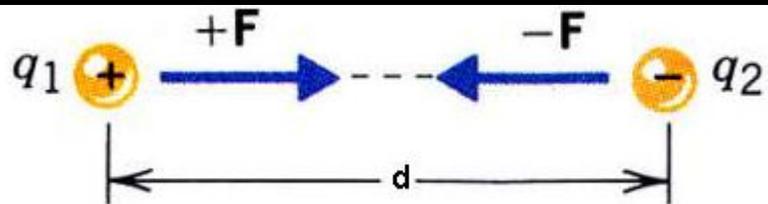
Elétron: carga elétrica negativa

Nêutron: carga elétrica zero



• R. Millikan → a carga elétrica sempre ocorre como um múltiplo inteiro de uma unidade fundamental de carga, e . A carga q é **quantizada**, isto é, $q = n e$ onde n é um número inteiro. ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

• **Lei de Coulomb:** a interação eletrostática entre duas partículas carregadas é proporcional às suas cargas e ao inverso do quadrado da distância entre elas, e tem a direção da reta que une as duas cargas.



2 – ISOLANTES E CONDUTORES

- **Condutores:** são materiais nos quais as cargas elétricas podem se movimentar livremente. Quando estes materiais são carregados, numa pequena região, a carga se distribui com facilidade sobre toda a superfície do condutor.

Ex: cobre, alumínio, prata, etc.

- **Isolantes (dielétricos):** são materiais que não transportam, com facilidade, carga elétrica. Quando estes materiais são carregados por atrito, somente a área de contato fica com carga elétrica, e essa carga não se desloca para outras regiões do material.

Ex: vidro, borracha, etc.

- **Semicondutores:** as suas propriedades elétricas ficam, um tanto, entre as dos isolantes e as dos condutores.

Ex: silício e germânio.

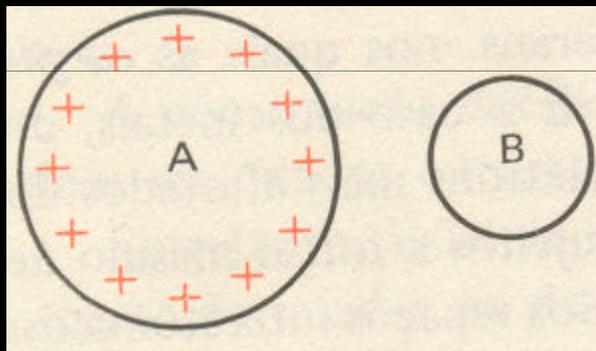
- **Supercondutores:** não oferecem resistência ao movimento da carga elétrica através deles.



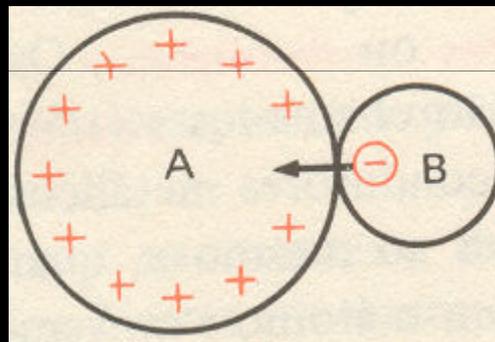
3 – PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

3.1 – Eletrização por contato

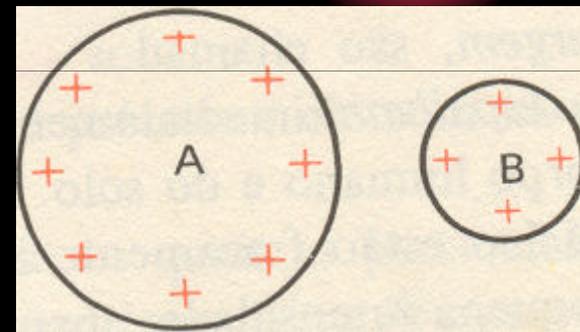
- Colocando-se, em contato, **dois condutores**, um eletrizado (A) e outro neutro (B), este se eletriza com carga de mesmo sinal que A.



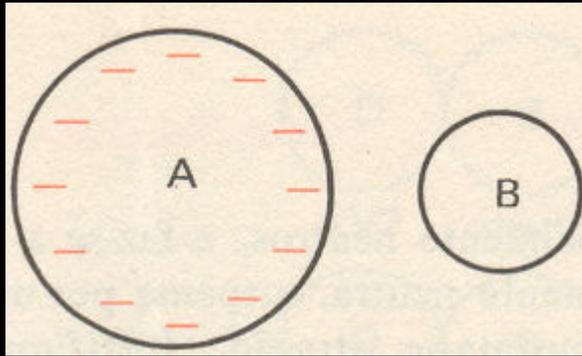
A positivo e B neutro estão Isolados.



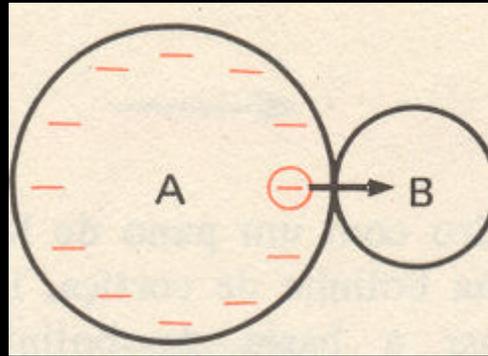
Colocados em contato, elétrons livres vão de B para A.



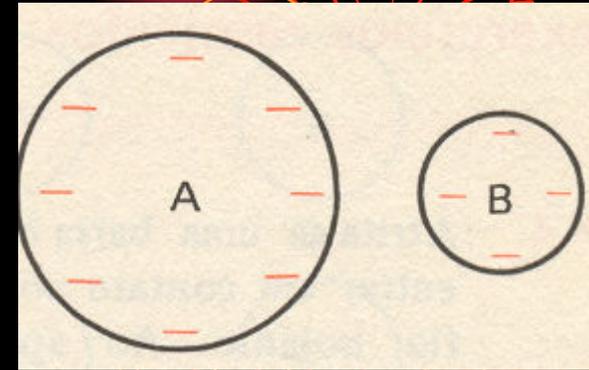
A e B eletrizados positivamente.



A negativo e B neutro isolados.

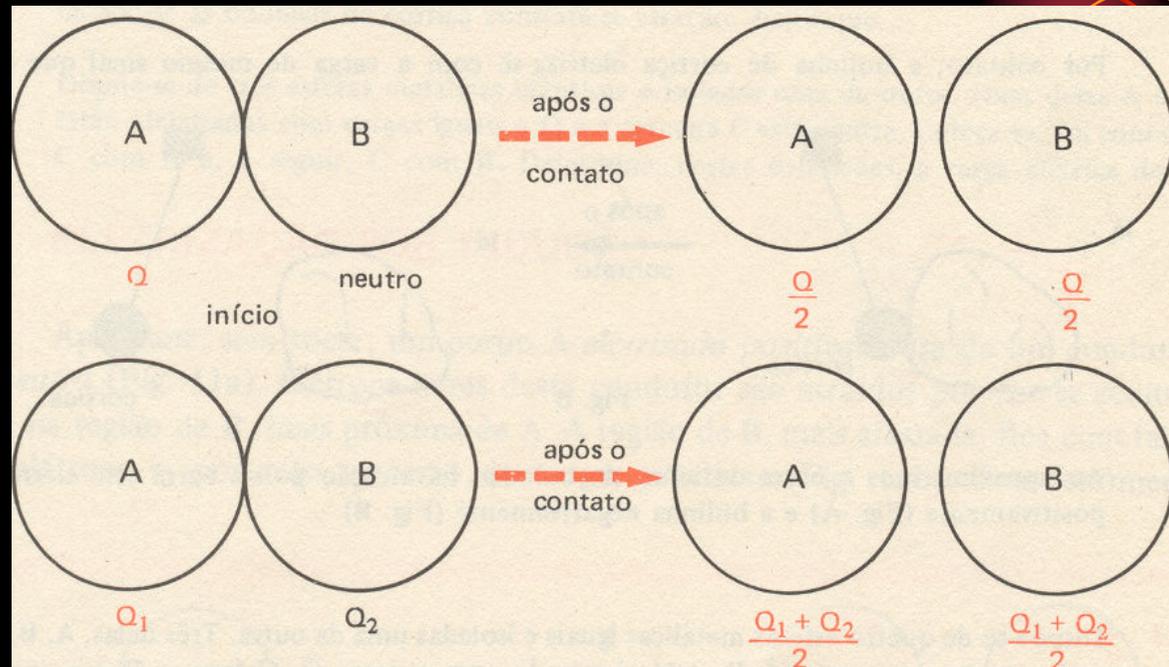


Colocados em contato, elétrons vão de A para B.



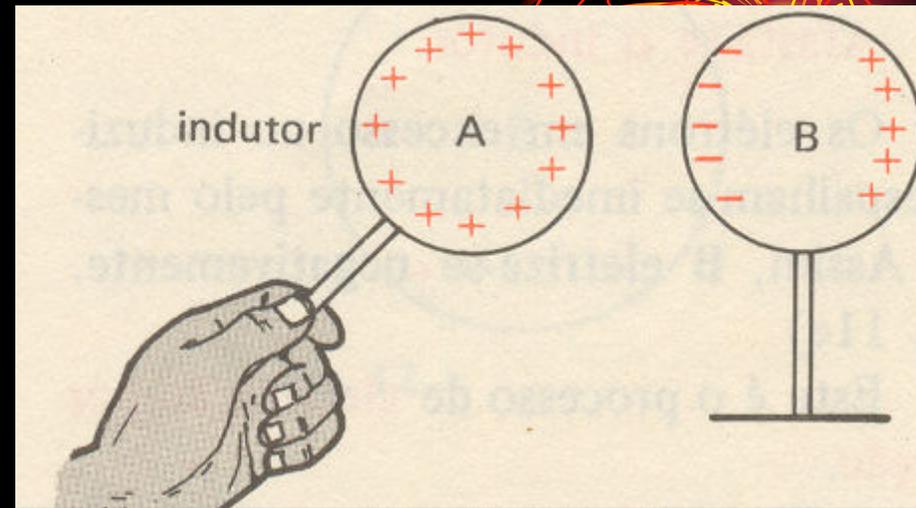
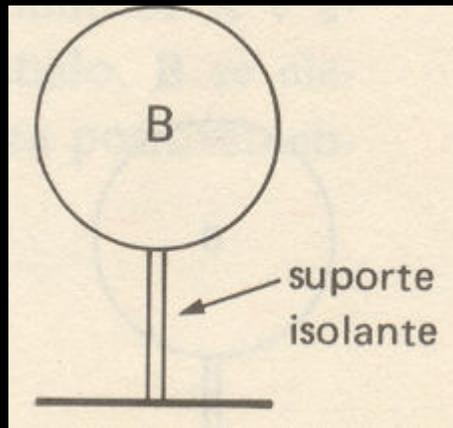
A e B eletrizados negativamente.

- Nos isolantes, temos um processo muito semelhante ao da indução nos condutores. **Polarização.**



Eletrização por contato entre condutores de mesmas dimensões.

3.2 Eletrização Por Indução



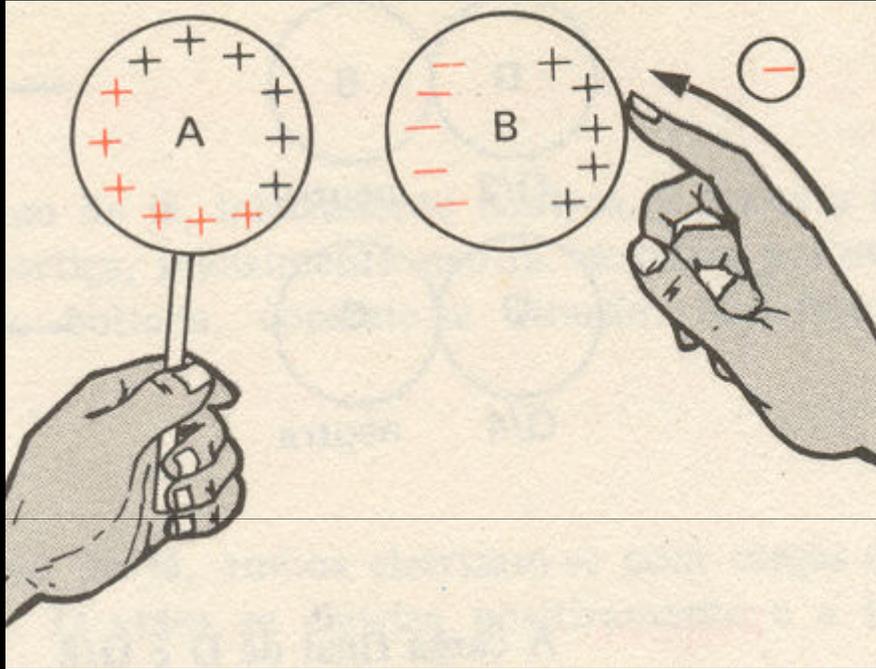
Indução eletrostática

Corpo A: indutor

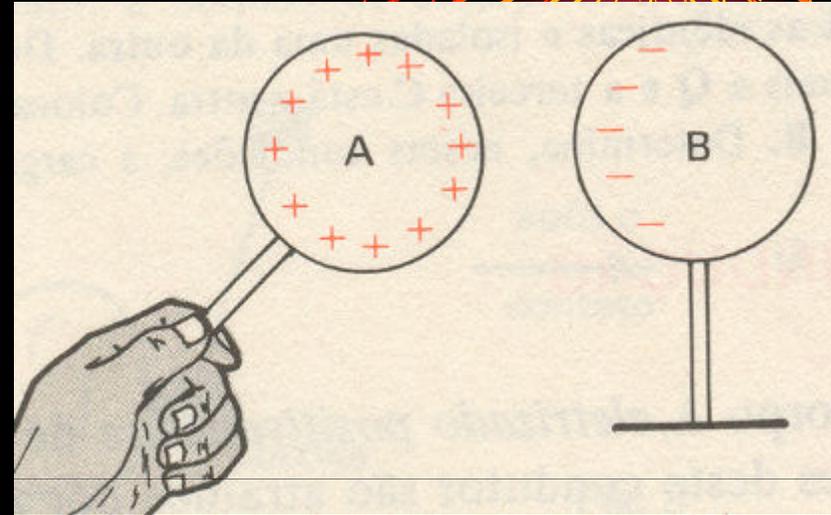
Corpo B: induzido (sofre o processo de separação das cargas)

- Afastando-se o indutor, o induzido volta à situação inicial.

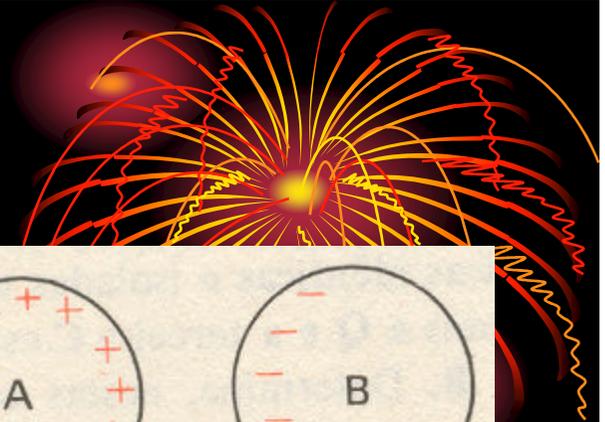
Como eletrizar B?

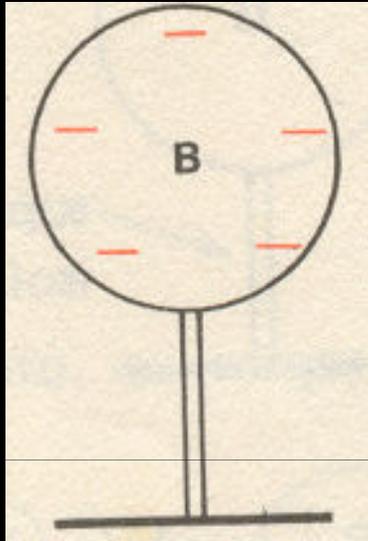


Liga-se o induzido à Terra



Na presença do indutor, desfaz-se a ligação do induzido com a Terra.





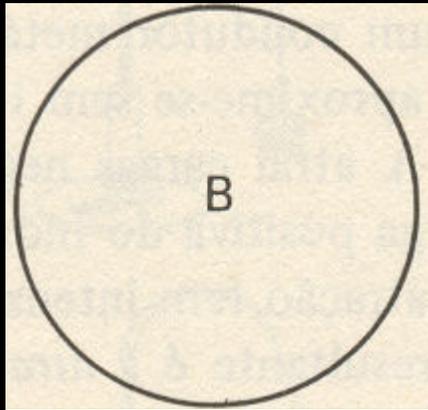
Afasta-se o indutor. Os elétrons em excesso no induzido espalham-se pelo mesmo.

B eletriza-se negativamente.

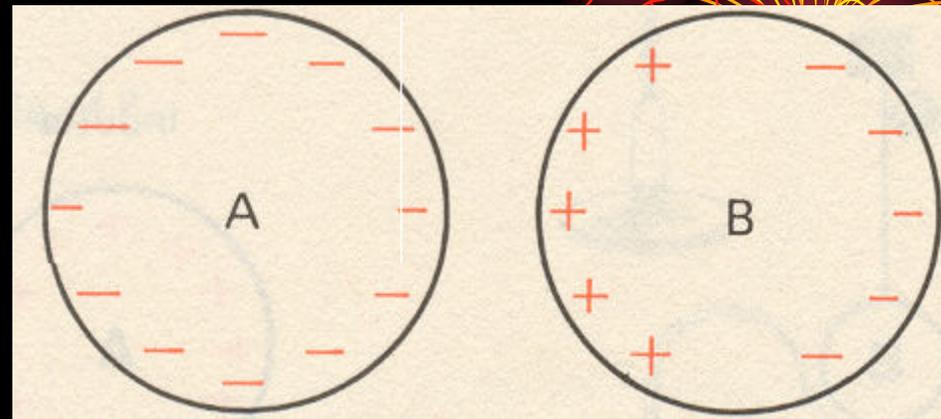
- **Na eletrização por indução, o induzido eletriza-se com carga de sinal contrário à do indutor.**



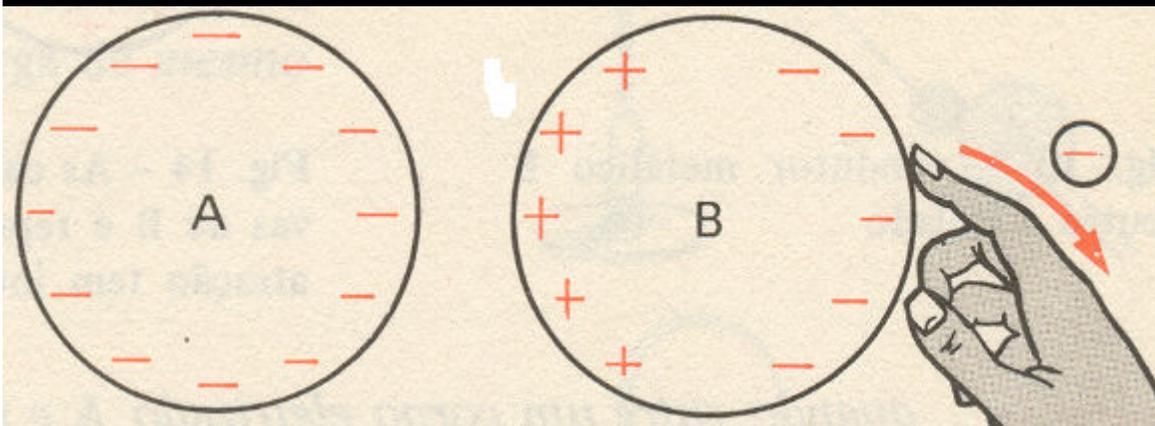
Considerando o indutor negativo.



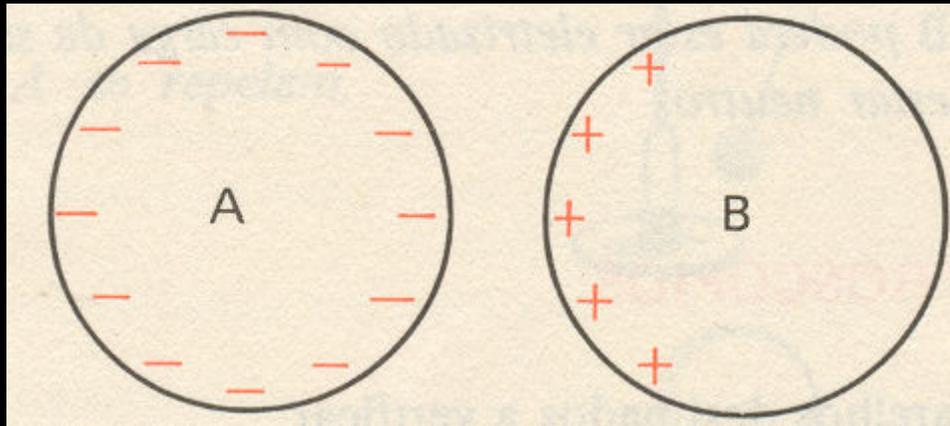
B neutro e isolado.



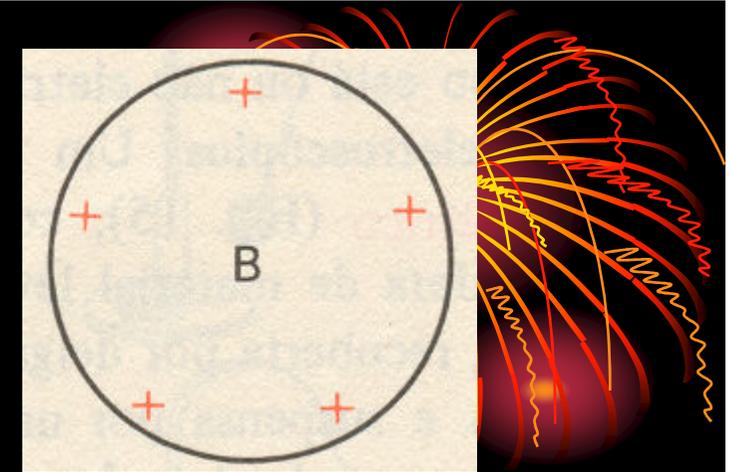
Aproximando A de B ocorre a indução.



Ligando B à Terra, elétrons de B escoam para a Terra.

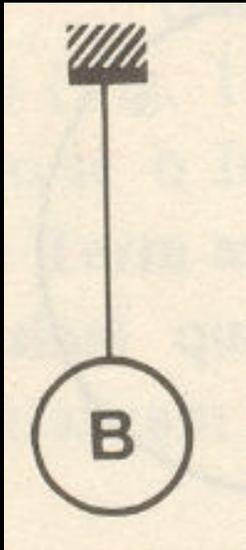


A ligação de B com a Terra
é desfeita.

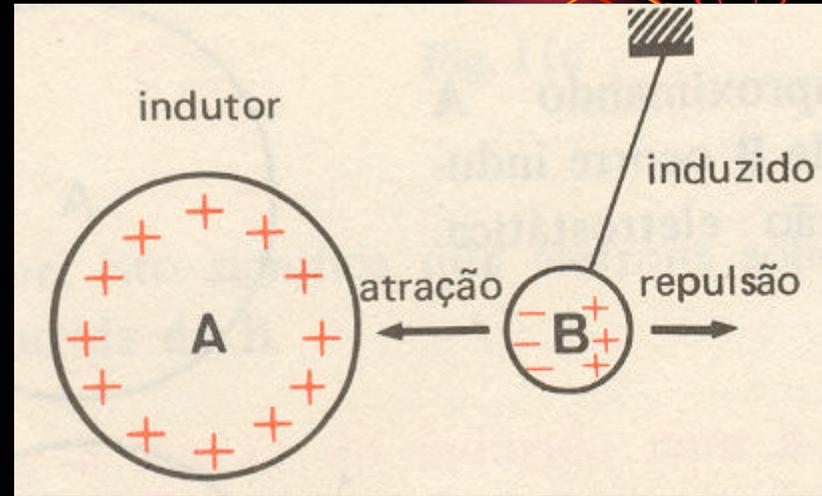


A é afastado e
B se eletriza
positivamente.

Baseado no fenômeno da indução eletrostática
explica-se porque ao aproximarmos um corpo
eletrizado de um condutor neutro ocorre atração.



Condutor B
neutro suspenso
por um fio
isolante



As cargas (+) de A atraem as
(-) e repelem as (+) de B. A
força de atração tem
intensidade maior que a de
repulsão.

O efeito resultante é a atração



- **Quando entre um corpo eletrizado A e um condutor B ocorre atração, B poderá estar eletrizado com carga de sinal oposto ao de A ou poderá estar neutro.**

Exercícios

1 – Dispõe-se de três esferas metálicas idênticas e isoladas uma da outra. Duas delas A e B, estão eletrizadas com cargas iguais a Q e a terceira C está neutra. Coloca-se, em contato, C com A e, a seguir, C com B. Determine, nestas condições, a carga elétrica de C. ($3Q/4$)

2 – O fenômeno da indução eletrostática consiste:

- Na passagem de cargas do indutor para o induzido.
- Na passagem de cargas do induzido para o indutor.
- Na passagem de cargas do indutor para o induzido,

se o primeiro estiver negativamente eletrizado.

d) na separação de cargas no induzido, devido a presença do indutor eletrizado.



3 – Assinale a proposição correta:

a) Se um corpo A, eletrizado positivamente, atrai um outro corpo B, concluimos que este está carregado negativamente.

b) Um corpo neutro pode ser atraído por um corpo eletrizado.

c) Um corpo carregado pode atrair ou repelir um corpo neutro.

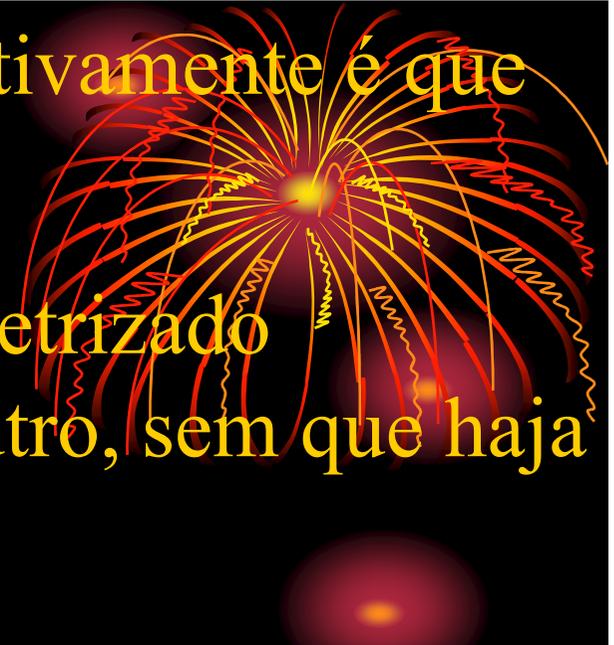
d) somente os corpos carregados positivamente é que podem atrair corpos neutros.

4 – Se aproximarmos um condutor eletrizado negativamente de um condutor neutro, sem que haja contato:

a) O condutor neutro fica com carga total negativa e é repelido pelo eletrizado.

b) O neutro continua com carga total nula, mas não é atraído nem repelido pelo eletrizado.

c) O neutro continua com carga total nula, mas é atraído pelo eletrizado.



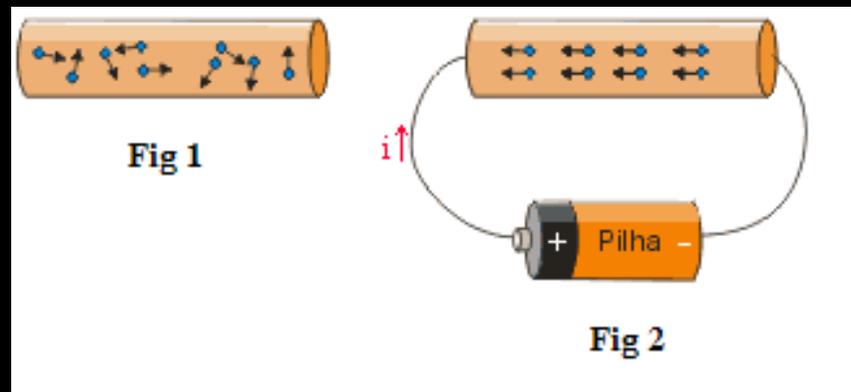


d) o neutro fica com carga positiva e é atraído pelo eletrizado.

4 – CORRENTE ELÉTRICA

O papel de grande importância que a Eletricidade desempenha na vida moderna baseia-se na corrente elétrica. A parte da Eletricidade que estuda a corrente elétrica denomina-se **Eletrodinâmica**

4.1 – Conceito de Corrente Elétrica



- Em um condutor em equilíbrio eletrostático, o movimento dos elétrons é desordenado (Fig 1).

- Ligando o condutor à pilha, há uma diferença de potencial (d.d.p.) nos terminais do condutor e o movimento dos elétrons é ordenado; temos, aí, uma corrente elétrica i (Fig 2).

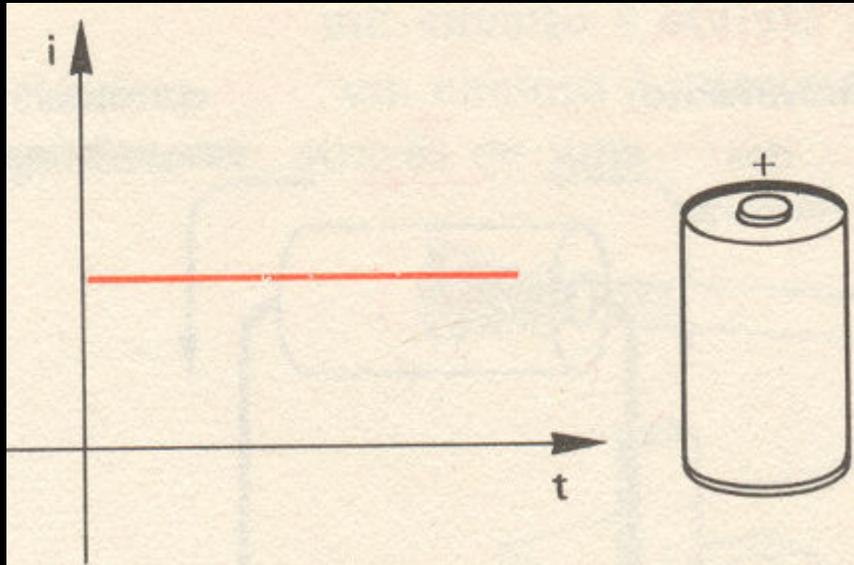


- **Pólo positivo é o de maior potencial.**

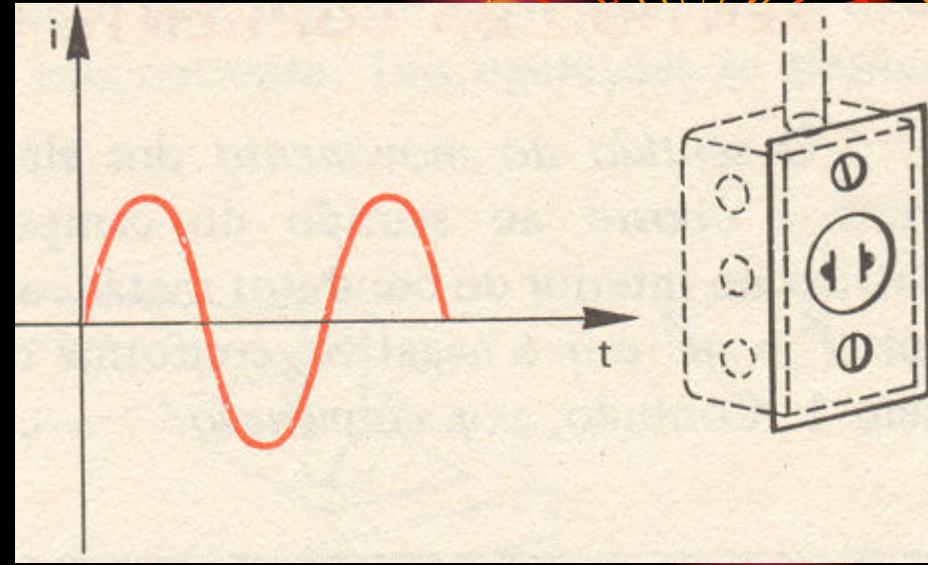
- **Pólo negativo é o de menor potencial.**

- Quando o movimento de cargas sempre se processa num mesmo sentido, temos uma **corrente contínua (cc)**.

- Quando o movimento de cargas ora se processa num sentido ora se processa no sentido oposto, temos uma **corrente alternada (ca)**.



cc



ca

- É mais econômico gerar e transmitir ca do que cc, por causa do transformador. Por isso, usamos ca em nossas casas.

- É possível converter ca em cc e vice-versa → retificadores.

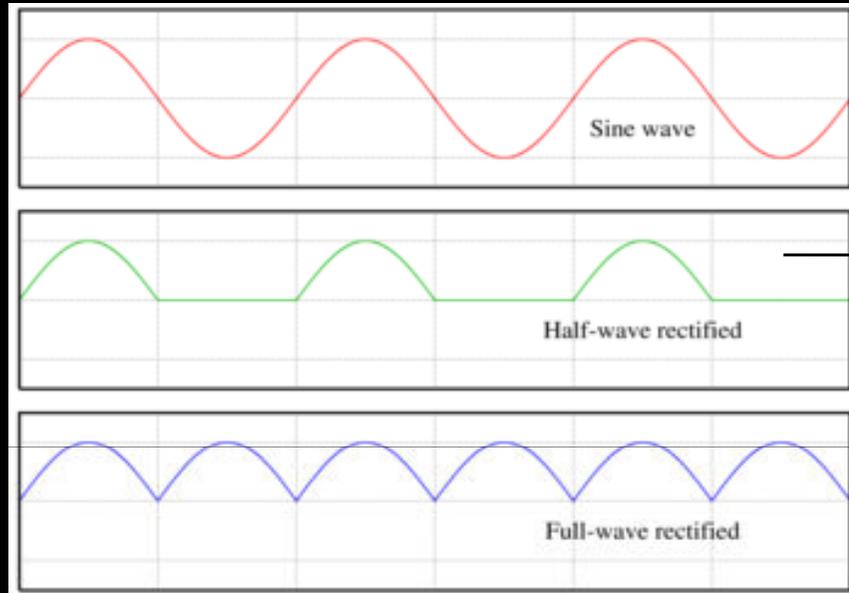


Retificador



Diodo Retificador

- É possível converter ca em cc e vice-versa → retificadores.



Retificador

Retificador é um dispositivo que permite que uma tensão ou corrente alternada(CA) (normalmente senoidal) seja retificada, sendo transformada em contínua. Existem vários tipos de retificadores e métodos complexos para seu projeto e construção, normalmente sendo empregados no circuito diodos e tiristores (esse último amplamente utilizados em retificadores de alta potência).

Diodo Retificador

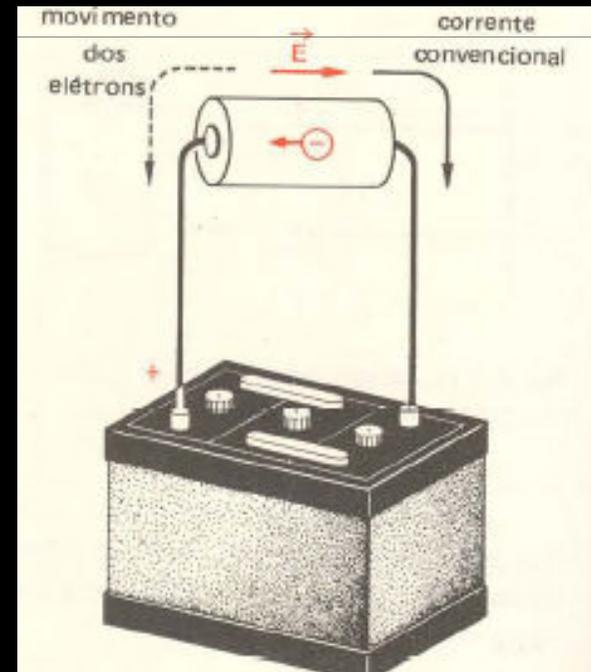
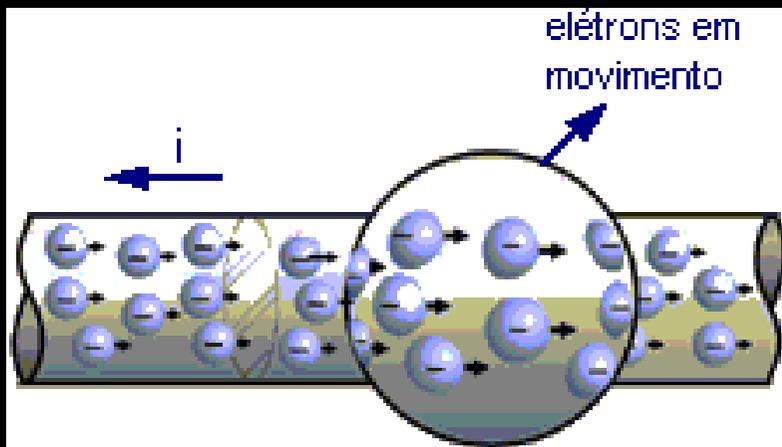
- Quando o tempo de descarga de uma corrente elétrica é muito curto, temos uma descarga elétrica (raio em dias de tempestade).



4.2 – Sentido Convencional da Corrente

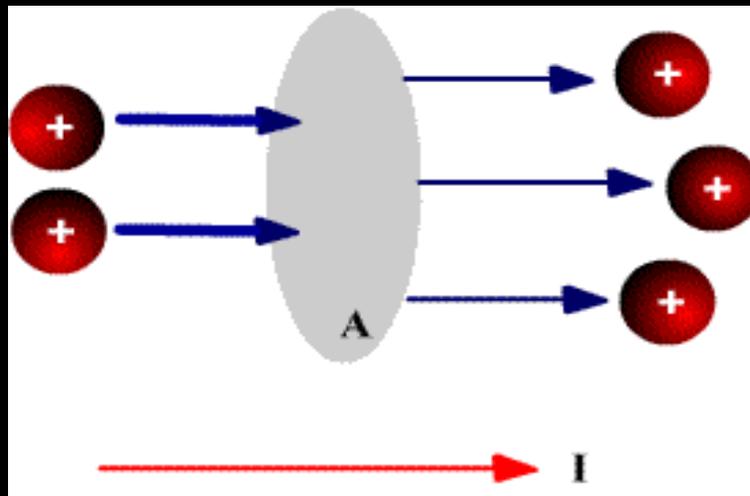
Estabelecido antes de se conhecer a estrutura da matéria.

- O sentido convencional de uma corrente elétrica é aquele em que se deslocam as cargas positivas.



4.3 – Intensidade de Corrente Elétrica

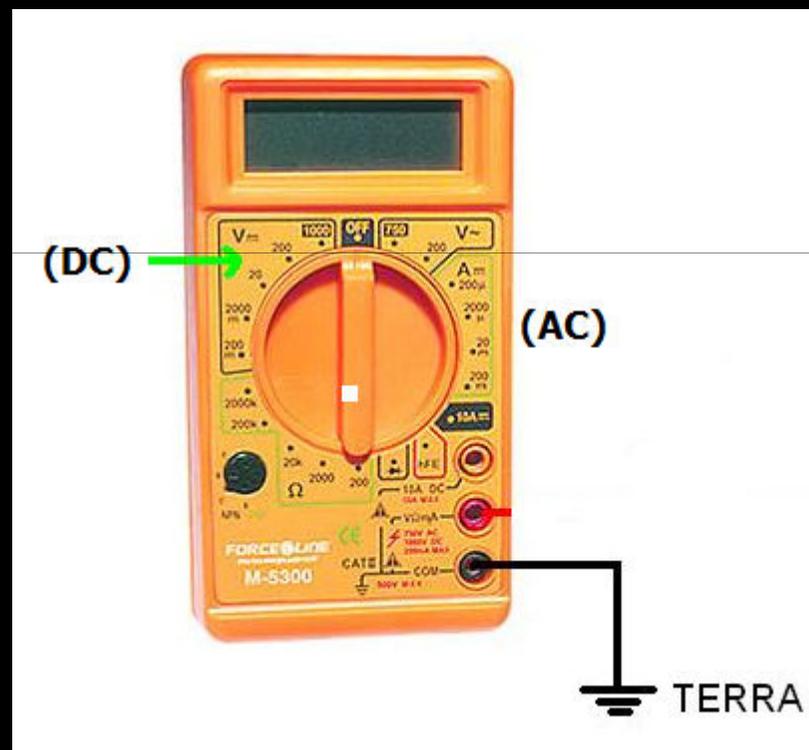
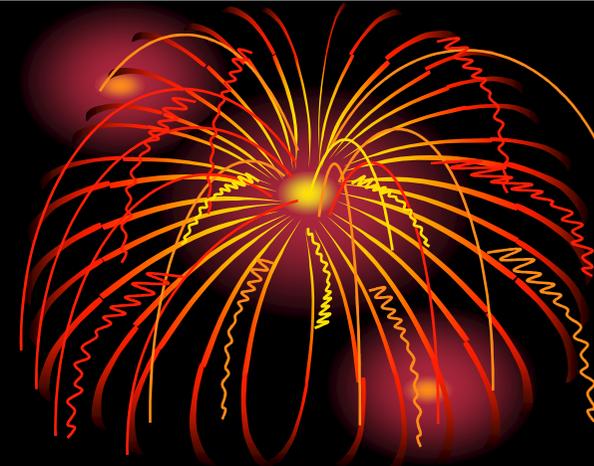
Se durante um intervalo de tempo Δt passar por uma determinada seção reta de um condutor uma carga Δq , a intensidade de corrente elétrica i que atravessa esse condutor é definida por



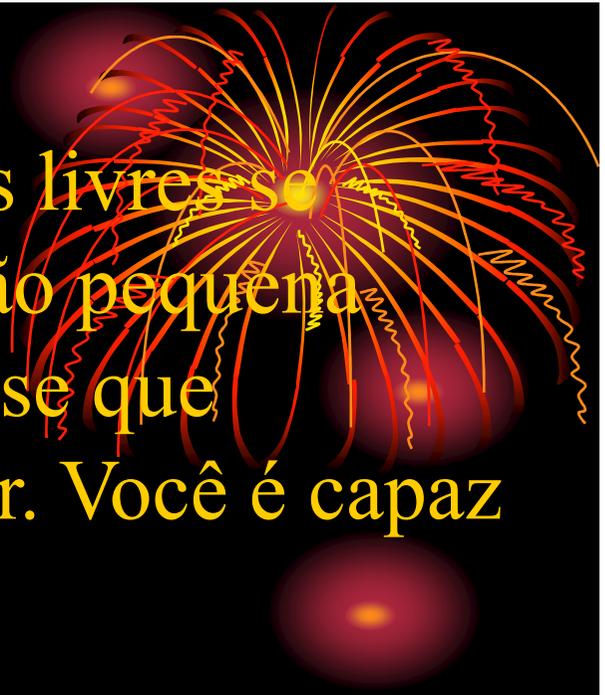
Unidade SI de corrente: ampère (A)

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

$1 \text{ }\mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$



Multímetro digital



- Apesar da velocidade que os elétrons livres se deslocam dentro do fio condutor ser tão pequena (0,23 mm/s) uma lâmpada acende quase que instantaneamente ao ligar o interruptor. Você é capaz de explicar?

R: A perturbação elétrica que torna possível o movimento dos elétrons livres se propaga com uma velocidade próxima à da luz através do fio condutor. Isso faz com que todos os elétrons livres do condutor comecem a se deslocar quase ao mesmo tempo.

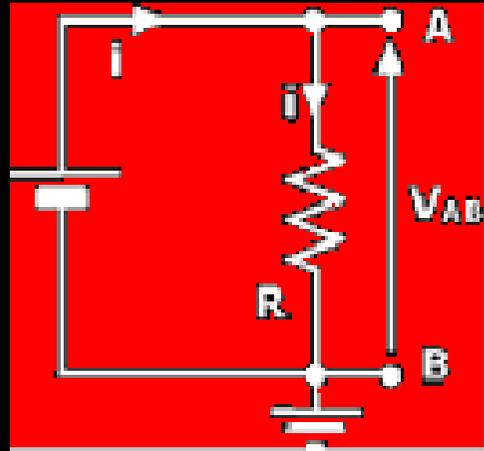
4.4 – Efeitos da Corrente Elétrica

Depende da natureza do condutor e da intensidade da corrente.



4.4.1 Efeito térmico (Joule)

- Se uma bateria estabelece uma i num condutor, há uma transformação contínua da energia química da bateria em energia cinética dos portadores de carga.
- A K é rapidamente dissipada em consequência das colisões entre os portadores de carga e os íons da rede
→ provoca o aumento da T do condutor.
- $E_{\text{química}} \rightarrow E_{\text{elétrica}} \rightarrow E_{\text{térmica}}$



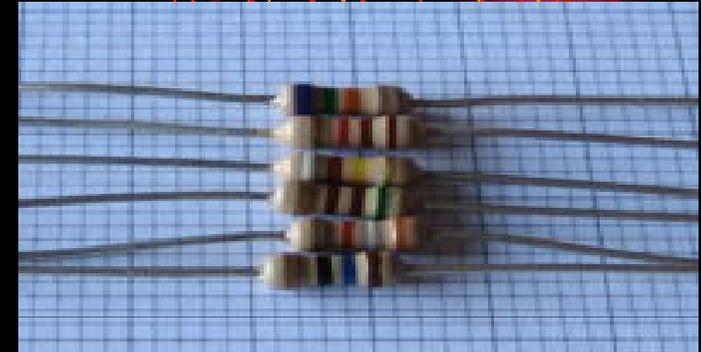
Circuito com uma bateria de fem V e uma resistência $R \rightarrow$ medida da capacidade de um corpo se opor à passagem da i , quando existe uma d.d.p. aplicada.

- A R de um condutor se define como a razão entre a d.d.p. no condutor e a i que o percorre.

$$V = R i$$

Lei de Ohm

Circuito com uma bateria de fem V e uma resistência $R \rightarrow$ medida da capacidade de um corpo se opor à passagem da i , quando existe uma d.d.p. Aplicada.



Experiência para fazer em casa

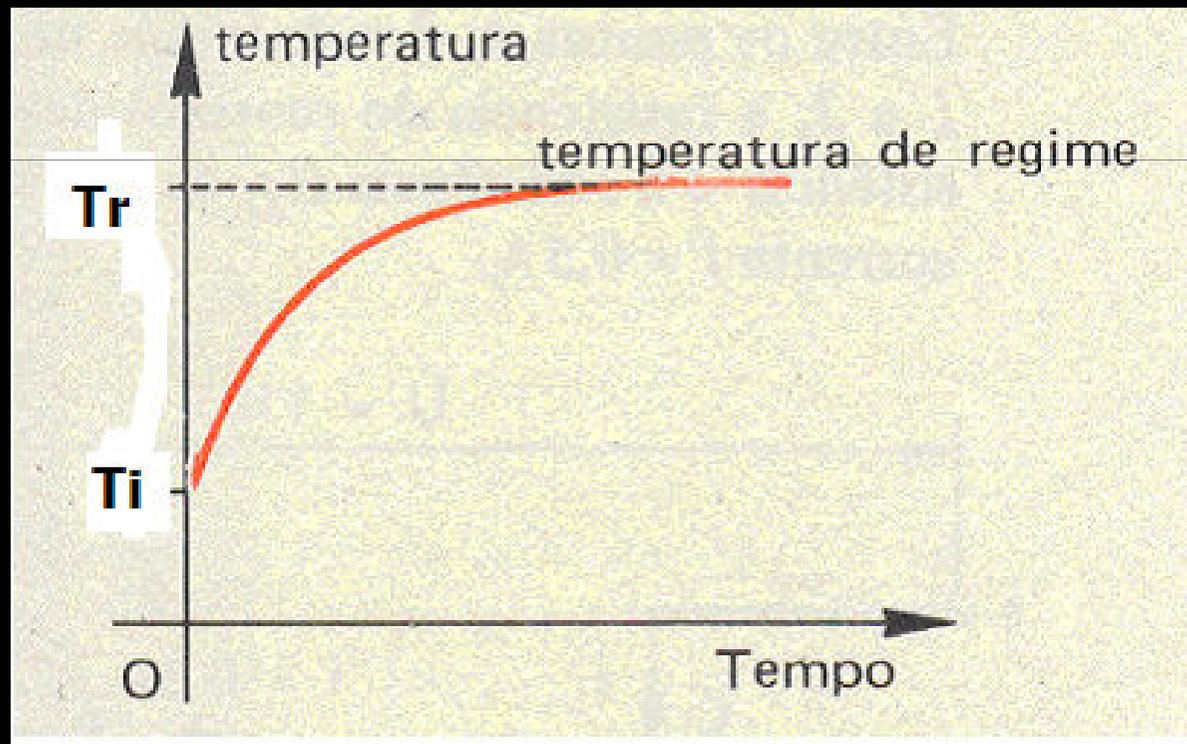
-Pegue um pedaço de fio de cobre de 1.5 m, enrole em volta de um prego e depois retire o fio enrolado

-Separe as espiras um pouco apenas para não deixar as espiras juntas

-Pegue uma pilha de 1,5 V e conecte os dois polos. Se ele aquecer demais solte-o imediatamente

Pronto! Você criou uma resistência elétrica. Atenção: Ele apenas cria resistência para 1,4 V. e não deve ser colocado em uma voltagem superior

- Quando o condutor atinge certa T , toda a energia que ele recebe é transferida para o meio externo na forma de calor. A T do condutor permanece estacionária (estado de regime).

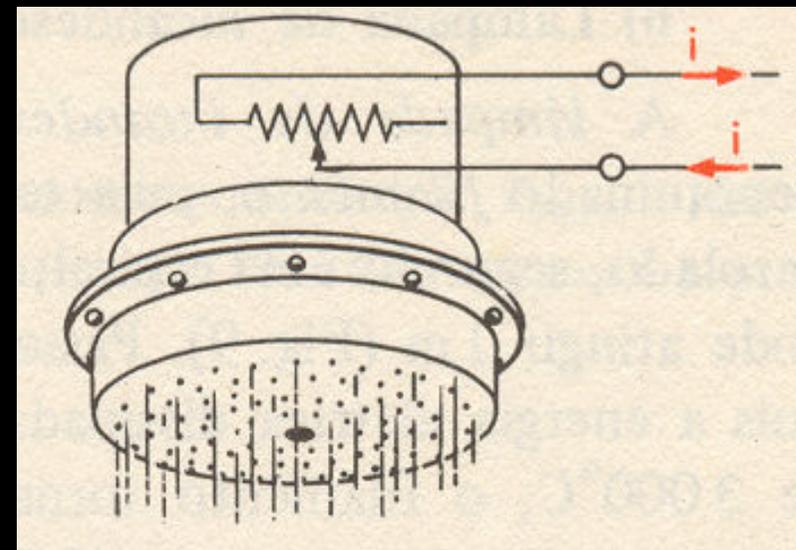
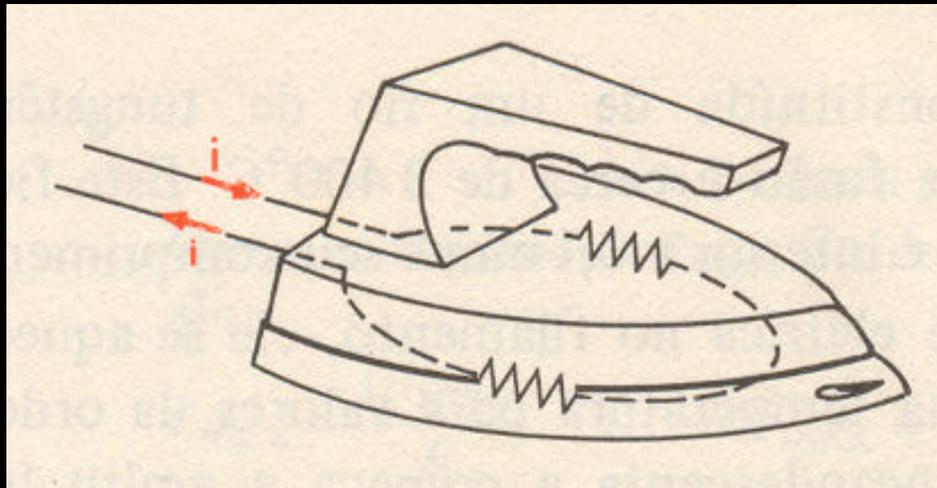


Considerando a $T_{\text{fusão}}$ do condutor em relação à T_{regime}

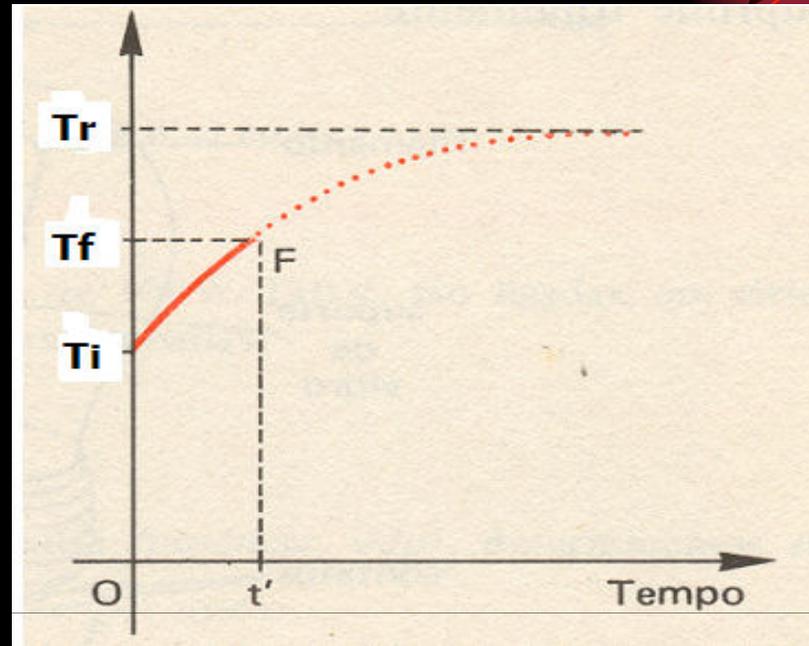
- $T_{\text{fusão}} > T_{\text{regime}}$

O condutor atinge rapidamente a T_{regime} e se mantém nestas condições enquanto i se mantiver constante.

Aquecedores em geral (ferro de passar, chuveiro elétrico, etc).

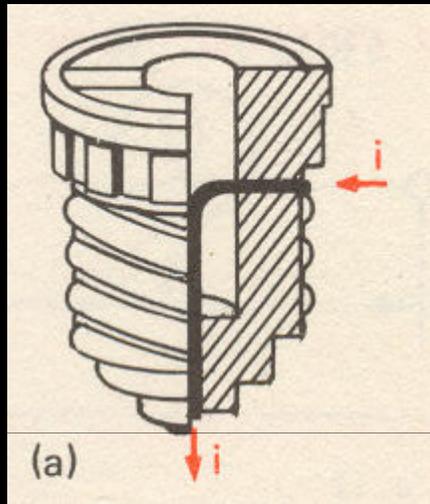


- $T_{\text{fusão}} < T_{\text{regime}}$

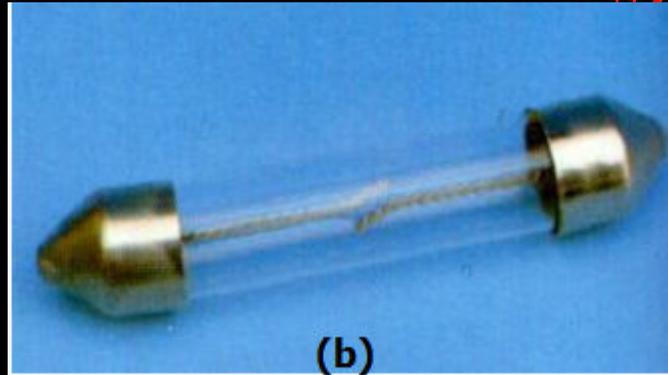


Fusíveis: ao serem atravessados por uma i de intensidade maior que certo valor se fundem. Devem ser colocados em série com os aparelhos de um circuito. Ao se fundirem, interrompem a passagem de i , protegendo os aparelhos elétricos do circuito.

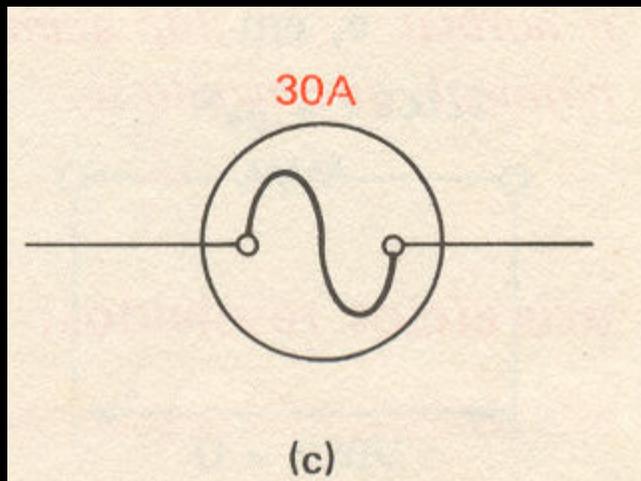
Tipos comuns de fusíveis:



(a) Fusível de rosca



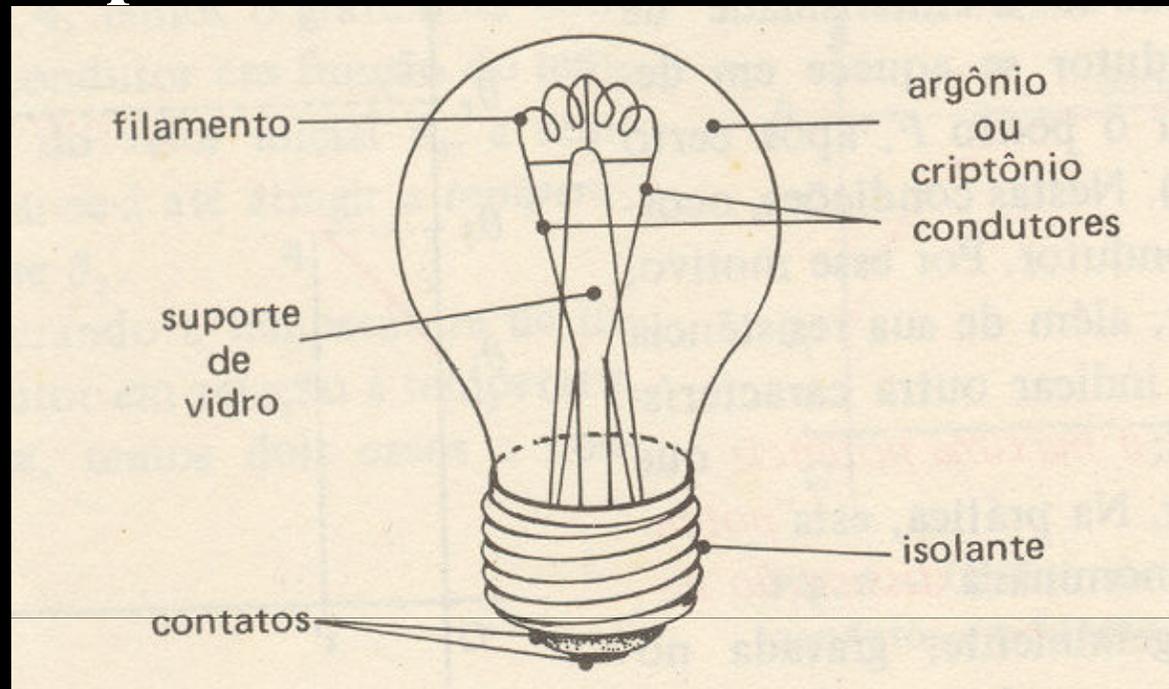
(b) Fusível de cartucho



(c) Representação de um fusível em um circuito elétrico.



Lâmpada incandescente



- Constituída de um fio de tungstênio (filamento)

$$T_{\text{fusão}} \approx 3400 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Passando i no filamento ele se aquece ($T \approx 3000 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
→ torna-se incandescente → emite luz (radiação térmica).

- 
- O filamento é colocado dentro de um bulbo de vidro (a esta T , se o T_u estivesse em contato com o ar oxidar-se-ia rapidamente).
 - Coloca-se gás inerte dentro do bulbo (Ar ou Kr) para retardar a sublimação do filamento).
 - Brilho da lâmpada está relacionado à d. d.p. à qual foi ligada.
 - ligada na d.d.p. nominal \rightarrow dissipa a potência nominal (brilho normal).
 - ligada em d.d.p. $<$ que a nominal (brilho $<$ que o normal).
 - ligada em d.d.p. $>$ nominal (queima).

4.4.2 Efeito Químico

Corresponde a certas reações químicas que ocorrem quando a i atravessa soluções eletrolíticas (eletrólise).

Aplicações: Recobrimento de metais (niquelação, cromação, prateação, etc).

A eletrólise é um processo que separa os elementos químicos de um composto através do uso da eletricidade. De maneira sumária, procede-se primeiro à decomposição (ionização ou dissociação) do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, são obtidos os elementos químicos.

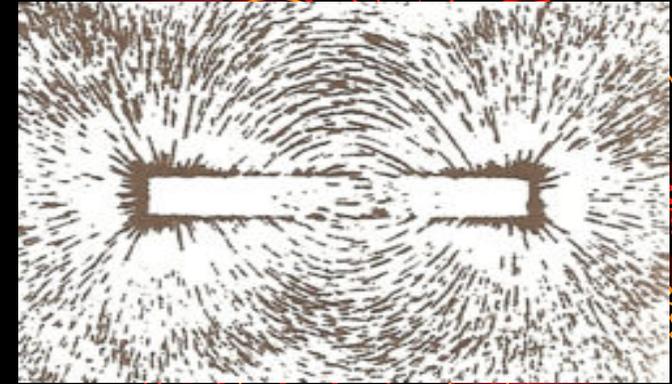


4.4.3 – Efeito Magnético

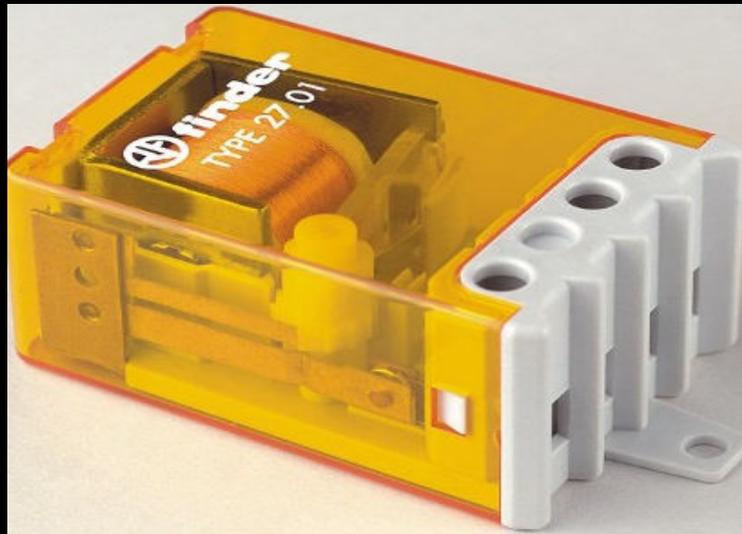
Origina um campo magnético na região em torno do condutor percorrido pela i .



- A constatação de um campo magnético em determinada região é feita pelo desvio da agulha imantada de uma bússola.



- É o efeito mais importante da i (princípio de funcionamento dos motores, transformadores, relés, etc).



Com relés de impulso é possível obter em média uma economia de 25 % nas instalações elétricas residenciais e prediais

Relé



•É um dispositivo eletro-mecânico ou não, com inúmeras aplicações possíveis em comutação (acionamento/desligamento) de contatos elétricos. Servindo para ligar ou desligar dispositivos elétricos e eletrônicos. É normal o relé estar ligado a dois circuitos.

•No caso do Relé eletro-mecânico, a comutação é realizada alimentando-se a bobina do mesmo. Quando uma corrente originada no primeiro circuito passa pelo dispositivo, um campo eletromagnético é gerado, acionando o relé e possibilitando o funcionamento do segundo circuito.

•Sendo assim, uma das vantagens do relé é utilizar-se de baixas correntes para o comando no primeiro circuito, protegendo o operador das possíveis altas correntes que irão circular no segundo circuito.

4.4.4 – Efeito Luminoso

- Quando uma corrente atravessa um gás rarefeito, em determinadas condições, ele emite luz.
- Pela passagem da i , os átomos do gás recebem energia elétrica. A excitação provocada por esta energia recebida faz com que os elétrons possam passar de sua órbita para outra mais afastada do núcleo. Quando esses elétrons retornam à sua órbita, eles devolvem a energia recebida, emitindo-a sob a forma de luz.

Ex. Lâmpada fluorescente



4.4.5 – Efeito Fisiológico

- Os efeitos fisiológicos da i se traduzem pelos choques elétricos.
- A consequência de um choque elétrico varia muito de pessoa para pessoa.
- Comportamento do organismo humano exposto à uma i alternada de $f = 60$ Hz, fluindo através do corpo humano de uma mão à outra atravessando o tórax (coração no caminho).



Corrente elétrica (A)	Efeito fisiológico
10^{-3} a 10^{-2}	Princípio da sensação de choque (formigamento)
10^{-2} a 10^{-1}	Ponto em que um estímulo é suficiente para produzir um efeito doloroso; <ul style="list-style-type: none">• paralisia muscular (tetanização);• dificuldade respiratória (paralisia dos músculos peitorais);• parada cardíaca.



10^{-1} a 2×10^{-1}

- 
- Fibrilação ventricular (contração incoordenada do miocárdio) normalmente fatal se não houver intervenção.
 - Se mantém mesmo após o indivíduo perder contato com a i. Necessário uso do desfibrilador *.

2×10^{-1} a 1

- Parada cardíaca.
- Recuperação possível desde que o choque seja terminado antes da morte.

1 a 10

- Queimaduras graves e não fatais, a menos que os órgãos vitais tenham sido atingidos (morte por insuficiência renal).

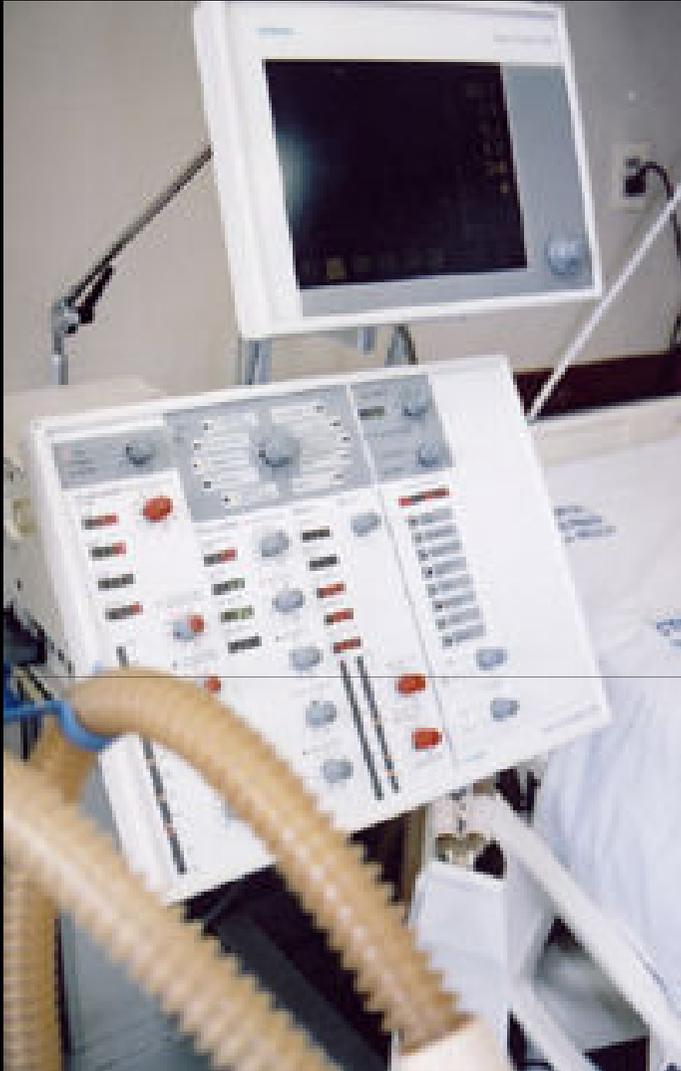
- A intensidade da i nem sempre determina a intensidade da lesão. Tabela acima para $f = 60$ Hz.
- Muitas i **altas** podem não ser tão danosas quanto as de baixa intensidade.
- Para uma descarga de relâmpago, os danos poderão ir de morte a seqüelas insuportáveis.



Queimadura por
choque elétrico



Fibrilação ventricular



Desfibrilador hospitalar



Desfibrilador portátil

A **desfibrilação** é a aplicação de uma corrente elétrica em um paciente, através de um **desfibrilador**, um equipamento eletrônico cuja função é reverter um quadro de fibrilação auricular, ou ventricular. A reversão ou cardioversão se dá mediante a **aplicação de descargas elétricas no paciente que são graduadas de acordo com a necessidade**. Os choques elétricos em geral, são aplicados diretamente ou por meio de eletrodos (Placas metálicas, ou apliques condutivos que variam de tamanho e área conforme a necessidade) colocados na parede torácica.

Exercícios

- 5 – É possível medir a passagem de 500 elétrons por segundo através de uma seção reta de um condutor com certo aparelho sensível. Sendo a carga elementar $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, calcule a intensidade da corrente correspondente ao movimento. ($8,0 \times 10^{-17} \text{ A}$)
- 6 – A corrente elétrica através de um fio metálico é constituída pelo movimento de:
- a) cargas positivas no sentido convencional
 - b) cargas positivas no sentido oposto ao convencional
 - c) elétrons livres no sentido oposto ao convencional
 - d) íons positivos e negativos.
- 

7 – Em uma seção transversal de um fio condutor, passa uma carga de 10 C a cada 2 s. Qual a intensidade de corrente neste fio?

20 A c) 200 A d) 20 mA



8 – Sabe-se que em 2s a carga de 32 C atravessa uma seção transversal de um fio condutor de cobre. Sendo a carga elementar $1,6 \times 10^{-19}$ C, a intensidade da corrente vale:

a) $(1/32)$ A b) 32 A c) $(1/16)$ A d) 16 A

9 – Uma corrente elétrica, passando por um fio condutor:

a) origina um campo magnético, somente quando a corrente for variável

b) origina campo magnético na região que se encontra

c) origina campo magnético só nas extremidades do fio.

10 – Os ocupantes de uma edificação com estrutura metálica estão mais seguros, durante uma tempestade elétrica, que os ocupantes de uma edificação com estrutura de madeira? Ou se dá o contrário? Explique.

