

## Eletrostática

A **eletricidade** (do grego *elektron*, que significa âmbar), didaticamente, é definida como o estudo dos fenômenos associados com as cargas elétricas estacionárias ou em movimentos.

**Carga elétrica** é uma propriedade inerente a determinadas partículas fundamentais da matéria (por exemplo elétrons e prótons) que permite que elas interajam entre si através de forças elétricas atrativas ou repulsivas. Há dois tipos de cargas elétricas: positivas e negativas. As cargas de nome igual (mesmo sinal) se repelem e as de nomes distintos (sinais diferentes) se atraem.

A eletricidade se origina da interação de certos tipos de partículas sub-atômicas. A partícula mais leve que leva carga elétrica é o elétron, que -- assim como a partícula de carga elétrica inversa à do elétron, o próton --, transporta a unidade fundamental de carga ( $1,6 \times 10^{-19} C$ ). Cargas elétricas de valor menor são tidas como existentes em sub-partículas atômicas, como os quarks.

Os átomos, em circunstâncias normais, contêm elétrons, e, frequentemente, os que estão mais afastados do núcleo se desprendem com muita facilidade. Em algumas substâncias, como os metais, proliferam-se os elétrons livres. Dessa maneira, um corpo fica carregado eletricamente graças à reordenação dos elétrons.

### Corpo eletricamente neutro e corpo eletrizado

Um átomo normal tem quantidades iguais de carga elétrica positiva e negativa, portanto é eletricamente neutro. A quantidade de carga elétrica transportada por todos os elétrons do átomo, que, por convenção, é negativa, está equilibrada pela carga positiva localizada no núcleo. Se um corpo contiver um excesso de elétrons, ficará carregado negativamente. Ao contrário, com a ausência de elétrons, um corpo fica carregado positivamente, devido ao fato de que há mais cargas elétricas positivas no núcleo.

## Princípios Fundamentais da Eletrostática

### 1. Princípio da atração e repulsão

Cargas elétricas de sinais iguais se repelem e de sinais contrários se atraem.

### 2. Princípio da conservação das cargas elétricas

Em um sistema eletricamente isolado a carga elétrica total permanece constante.  
 $\sum$  Cargas antes da interação elétrica =  $\sum$  Cargas depois da interação

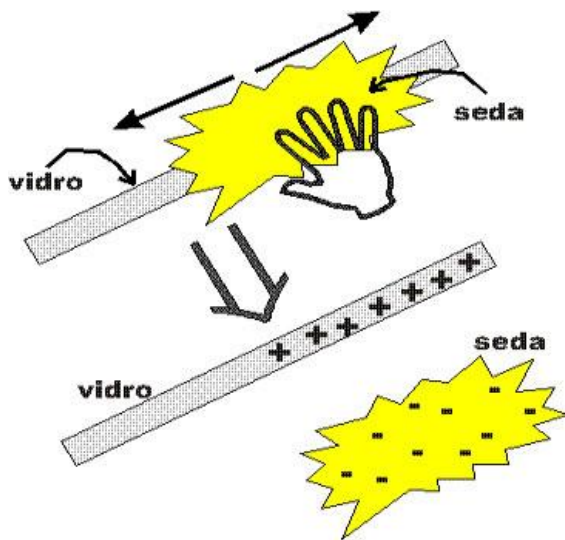
## Processos de eletrização

Podem ser de três tipos.

### 1. Atrito (triboeletrização)

Processo conhecido desde a antiguidade pelos gregos, e que consiste em se atritar corpos inicialmente neutros; durante a fase do atrito ocorre a transferência de elétrons de um corpo para outro. O corpo que perde elétrons fica eletrizado positivamente e aquele que ganha elétrons, eletriza-se negativamente.

Na eletrização por atrito os corpos sempre se eletrizam com cargas iguais mais de sinais contrários. Os sinais que as cargas irão adquirir depende, dos tipos de substâncias que serão atritadas.



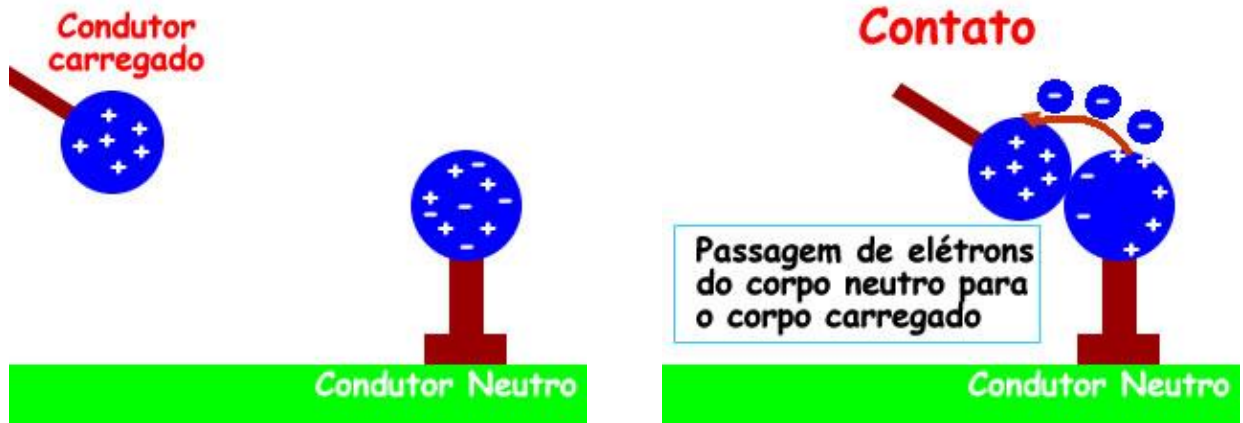
### Série triboelétrica

+ Positivo	Asbesto
	Acetato
	Vidro
	Mica
	Cabelo
	Náilon
	Lã
	Seda
	Alumínio
	Papel
	Algodão
	Âmbar
	Borracha
	Prata
Ouro	
Negativo -	Acrílico
	Poliuretano
	Poliéster
	PVC
	Teflon
	Silicone

Obs: Quando uma substancia que se encontra acima na tabela é atritada com outra que se encontra abaixo dela, a de cima perde elétrons e fica carregada positivamente, e a de baixo fica negativamente carregada

## 2. Contato

Um corpo é eletrizado pelo contato com outro corpo previamente carregado. Na eletrização por contato os corpos sempre se eletrizam com cargas de mesmo sinal. Siga o exemplo abaixo:



Obs: Se os corpos forem idênticos, após o contato ficam com cargas iguais

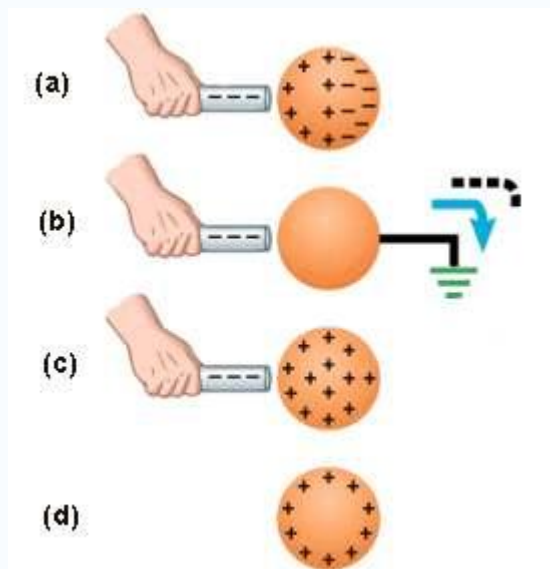
Contato de Corpos Idênticos			
Antes do contato	A	B	
	$Q_a$	$Q_b$	
Depois do contato	A	B	
	$Q_{a'}$	$Q_{b'}$	
Conservação de cargas	Cargas depois		
$Q_a + Q_b = Q_{a'} + Q_{b'}$	$Q_{a'} = Q_{b'} = \frac{Q_a + Q_b}{2}$		

### 3. Indução

Ocorre a indução quando um corpo carregado (indutor) se aproxima de um corpo neutro (induzido) polarizando-o (figura a).

O pólo de mesmo sinal do indutor é conectado a terra sendo descarregado (figura b).

Após a ligação com a terra, mantém-se o indutor próximo e desconecta-se o fio terra (figura c), afastando agora o indutor (figura d), o induzido adquire carga de sinal oposto a do indutor.

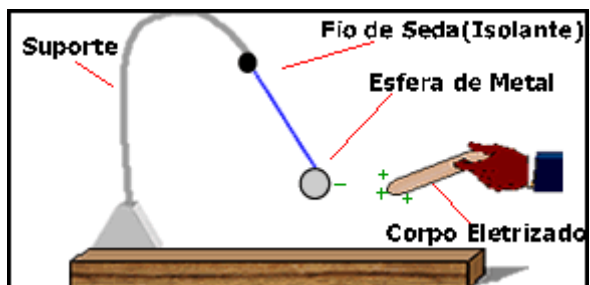


### Eletroscópios

São aparelho utilizado para indicar se o corpo está ou não eletrizado, não indicando o sinal da sua carga. Os eletroscópios mais utilizados são: pêndulo elétrico e eletroscópio de folhas.

#### 1. Pêndulo Elétrico

É formado por um suporte e uma base isolantes e por um fio de seda com uma esfera metálica pendurada. Aproxima-se da esfera um corpo o qual se deseja saber se possui carga. Se, o corpo aproximado tiver carga, a esfera metálica sofre uma deflexão saindo da posição de equilíbrio..



#### 2. Eletroscópio de folhas

O eletroscópio de folhas é composto por uma garrafa transparente isolante, fechada por uma rolha igualmente isolante. Na parte de cima, uma esfera metálica. No interior, duas finíssimas folhas metálicas, de ouro ou de alumínio. Se o eletroscópio estiver neutro, suas folhas estarão abaixadas. A aproximação de um corpo carregado à esfera superior induz cargas no sistema, e as folhas se separam, por possuírem cargas de mesmo sinal. Se esse corpo carregado tocar a esfera superior, o eletroscópio também ficará eletricamente carregado.



## Condutores e isolantes

Segurando uma barra de vidro por uma das extremidades e atritando a outra com um pano de lã, somente a extremidade atritada se eletriza. Isto significa que as cargas elétricas em excesso localizam-se em determinada região e não se espalham. Fazendo o mesmo com uma carga metálica esta não se eletriza. Repetindo o processo anterior, mas segurando a barra metálica por meio de um barbante, a barra metálica se eletriza e as cargas em excesso se espalham pela superfície.

Os materiais, como o vidro, que conservam as cargas nas regiões onde elas surgem são chamados de isolantes ou dielétricos.

Os materiais, nos quais as cargas se espalham imediatamente, são chamados de condutores. É o caso dos metais, do corpo humano e do solo. Ao atritarmos a barra metálica, segurando-a diretamente com as mãos, as cargas elétricas em excesso espalham-se pelo metal, pelo corpo e pela terra que são condutores. Com isso, a barra metálica não se eletriza devido as suas dimensões serem reduzidas em relação às dimensões da Terra. Deste fato, se ligarmos um condutor eletrizado a Terra, este se descarrega.

O que caracteriza um material como condutor é a camada de valência dos átomos que o constituem, sendo esta camada a última de distribuição dos elétrons. Em razão da grande distância entre essa última camada e o núcleo, os elétrons ficam fracamente ligados com o núcleo, podendo, dessa forma, abandonar o átomo em virtude das forças que ocorrem no seu interior.

Esses elétrons que abandonam o átomo são chamados de “elétrons livres”. Os metais no geral são bons condutores de eletricidade, pois eles possuem os elétrons livres. Os materiais condutores têm larga utilização no dia-a-dia. São utilizados, por exemplo, nos fios condutores de eletricidade e na indústria de eletroeletrônicos, entre muitas outras utilizações.

## Quantização da carga elétrica

No século XVIII, a carga elétrica era considerada como um fluido contínuo. Entretanto, no início do século XX, Robert MILLIKAN (1868-1953) descobriu que o fluido elétrico não era contínuo e, sim, que a carga elétrica era constituída por um múltiplo inteiro de uma *carga fundamental e*, ou seja a carga  $Q$  de um certo objeto pode ser escrita como

$$Q = n \cdot e$$

Onde:

$Q$  = quantidade de carga elétrica do corpo

$n$  = número de elétrons em falta ou em excesso.

$e$  = carga elementar  $r$ , pois é a menor quantidade de carga encontrada na natureza tendo o valor absoluto aproximadamente igual a  $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

Outras experiências da época de Millikan mostraram que o elétron tem carga  $-e$  e o próton  $+e$ , o que assegura que um átomo neutro tem o mesmo número de prótons e elétrons.

**OBS: Coulomb (C) é a unidade de medida utilizada para carga elétrica no Sistema Internacional de Unidades.**

**Exemplo:** retiram-se de um corpo inicialmente neutro, 25 elétrons. Determine a carga elétrica do deste corpo

**Resolução:**

A carga do corpo será dada pelo número de prótons em excesso

$$Q = + n \cdot e$$

$$Q = 25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$Q = 4,0 \cdot 10^{-18} \text{ C}$$

## Blindagem eletrostática

Quando um corpo condutor está eletrizado, a carga elétrica em excesso condutor distribui-se pela superfície exterior do corpo. Se esse condutor for uma esfera oca, por exemplo, as cargas irão se espalhar pela superfície externa, pois a repulsão entre as cargas faz com que elas se mantenham o mais longe possível umas das outras. Os efeitos de campo elétrico criados no interior do condutor acabam se anulando, obtendo assim um campo elétrico nulo. O mesmo acontece quando o condutor não está carregado, mas está em uma região que possui um campo elétrico causado por um agente externo. Seu interior fica livre da ação desse campo externo, fica blindado. Esse efeito é conhecido como blindagem eletrostática. Para provar esse efeito, o físico britânico Michael Faraday fez, em 1836, um experimento para provar os efeitos da blindagem eletrostática. Ele construiu uma gaiola de metal carregada por um gerador eletrostático de alta voltagem e colocou um eletroscópio em seu interior para provar que os efeitos do campo elétrico gerado pela gaiola eram nulos. O próprio Faraday entrou na gaiola para provar que seu interior era seguro. Esse experimento ficou conhecido por “Gaiola de Faraday”.

Assim, a blindagem eletrostática também ficou conhecida por gaiola de Faraday e esse efeito é muito utilizado em nosso dia a dia. Como exemplos podemos citar os carros e aviões, que atuam como gaiolas de Faraday, nos protegendo caso sejamos atingidos por uma descarga elétrica, contrariando o pensamento popular de que os pneus do carro é que fazem essa proteção. Construções também são feitas utilizando blindagem eletrostática, a fim de proteger equipamentos eletrônicos. Um experimento simples para comprovar este fenômeno, pode ser realizado embrulhando um celular em papel alumínio. O alumínio vai agir como a gaiola de Faraday, o celular e o rádio poderão perder o sinal.

A blindagem eletrostática é muito utilizada para a proteção de aparelhos elétricos e eletrônicos contra efeitos externos perturbadores. Os aparelhos de medidas sensíveis estão acondicionados em caixas metálicas, para que as medidas não sofram influências externas. As estruturas metálicas de um avião, de um automóvel e de um prédio constituem blindagens eletrostáticas





## Poder das pontas

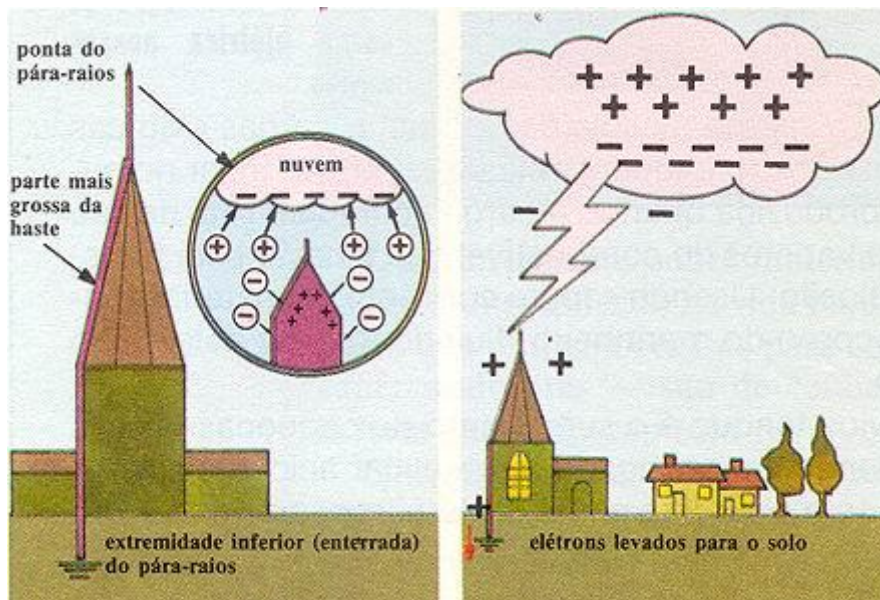
Quando um corpo condutor está eletrizado, a carga elétrica em excesso condutor distribui-se pela superfície exterior do corpo e concentra-se nas zonas mais pontiagudas.

Os condutores que apresentam uma região pontiaguda em sua superfície geralmente não permanecem eletrizados, pois as cargas elétricas que chegam nesse condutor vão se acumulando na ponta e escapam através dela.

Objetos pontiagudos como árvores, postes, edifícios, são favoráveis ao aparecimento desse fenômeno e, portanto, devem ser evitados durante tempestades.

Baseado nesse fenômeno, Benjamin Franklin, realizou diversas experiências, comprovando que o raio é uma faísca resultante de uma descarga elétrica entre as nuvens e o solo.

Como os corpos metálicos são bons condutores de eletricidade e que as pontas tem o poder de acumular cargas elétricas intensas, Franklin usou esses conhecimentos para desenvolver o pára-raios.



D