

CARGAS ELÉTRICAS e FORÇA ELÉTRICA: LEI DE COULOMB

Neste capítulo abordaremos os seguintes assuntos:

Carga elétrica (uma nova propriedade da matéria;

Condutores e Isolantes;

Forças entre duas cargas (Lei de Coulomb);

Quantização da carga;

Conservação da carga.

CARGAS ELÉTRICAS

Empiricamente era conhecido desde os tempos antigos que se âmbar é esfregado sobre um tecido, adquire a propriedade de atrair objetos leves. Este fenômeno foi atribuído a uma nova propriedade da matéria chamada "carga elétrica".

(elétron é o nome grego para o âmbar).

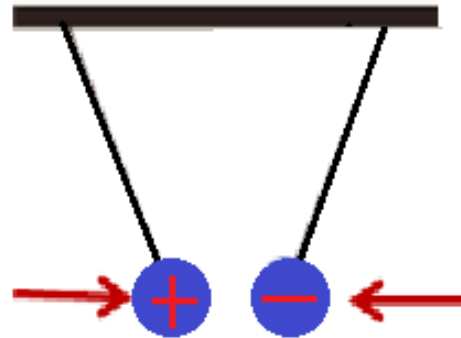
Experimentos mostram que existem dois tipos distintos de carga elétrica:

Positiva e **Negativa**.

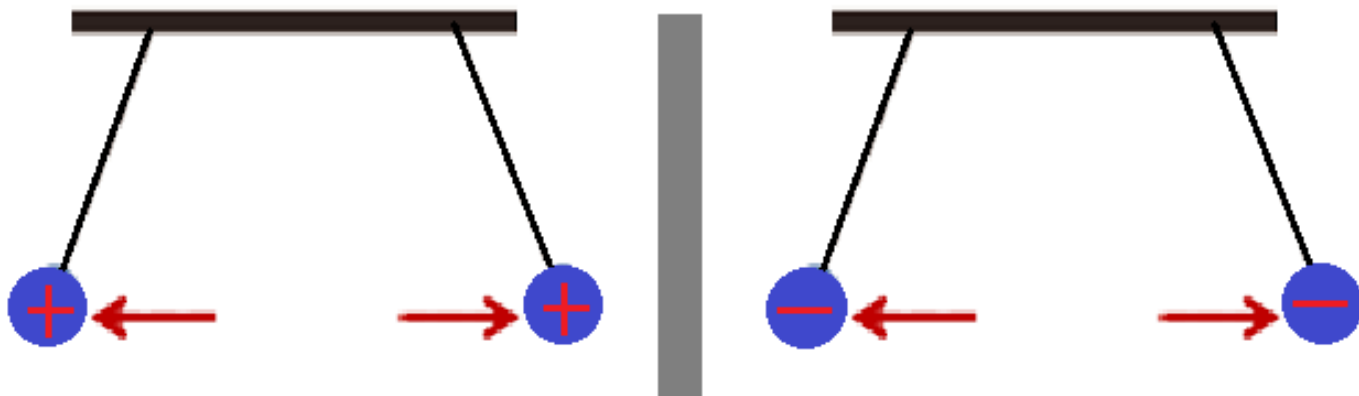
Os nomes "**positiva**" e "**negativa**" foram dados por Benjamin Franklin.

Experiências com objetos carregados mostraram que:

Cargas de sinais opostos se atraem.

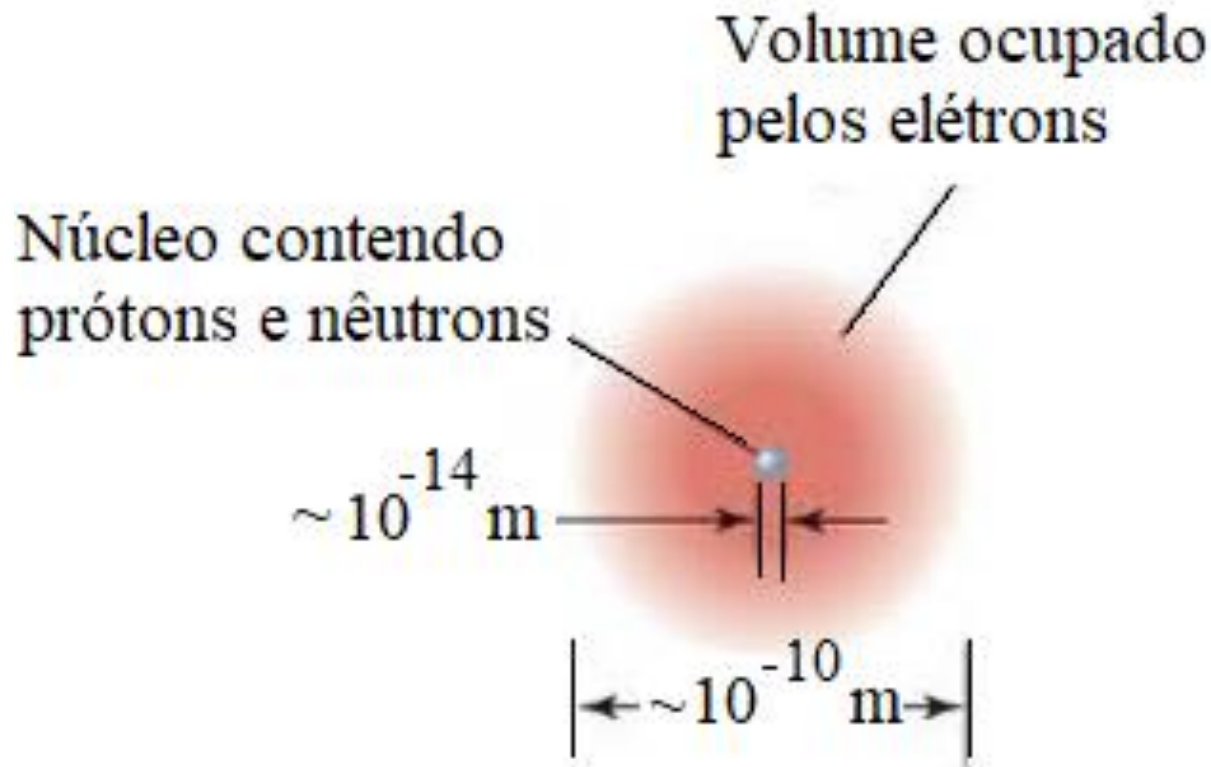


Cargas de mesmo sinal se repelem



Estrutura atômica: Ernest Rutherford, no início do século 20, determinou como a matéria é organizada e identificou a carga dos seus constituintes. Átomos consistem de **elétrons** e **núcleos**.

O núcleo consiste de dois tipos de partículas: prótons e nêutrons.



A carga elétrica é uma propriedade fundamental das partículas elementares (elétrons, prótons, nêutrons), das quais os átomos são feitos.

Massa e carga dos constituintes dos átomos

Nêutron (n) : Massa $m = 1.675 \times 10^{-27}$ kg; carga $q = 0$

Próton (p) : Massa $m = 1.673 \times 10^{-27}$ kg; carga $q = +1.602 \times 10^{-19}$ C

Elétron (e) : Massa $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg; carga $q = -1.602 \times 10^{-19}$ C

UNIDADE DE CARGA: COULOMB

1) Usamos os símbolos “+e” e “-e” para o carga de prótons e elétrons, respectivamente, onde “e” é a carga elementar;

2) Os átomos são eletricamente neutros. O número de elétrons é igual ao número de prótons (símbolo Z – “Número atômico”).

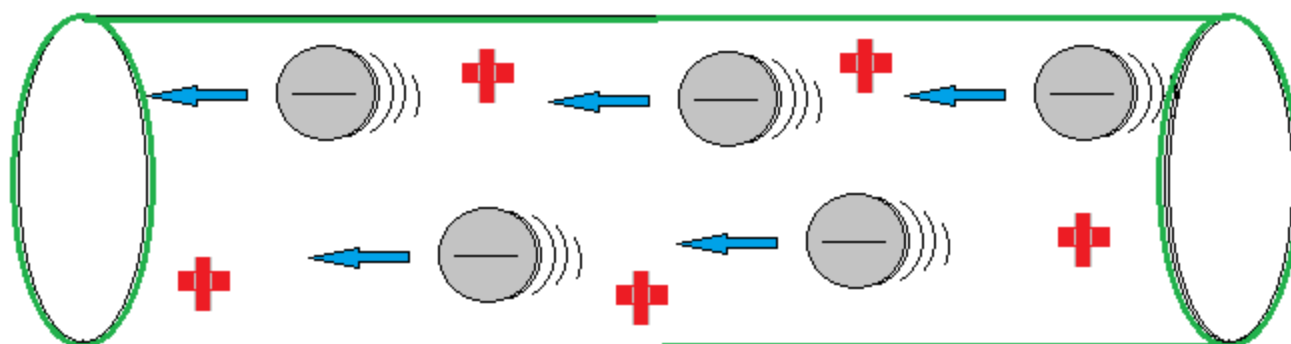
3) A soma do número de prótons com o número de nêutrons é o “número de massa” (símbolo: A).

Condutores e Isolantes

Condutores são materiais que permitem que a carga se mova livremente em seu interior. Exemplos: cobre, alumínio, mercúrio.

Isolantes são materiais através dos quais as cargas não podem se mover livremente. Exemplos: plástico, borracha, vidros, cerâmicas.

Em condutores, um ou mais elétrons mais externos dos átomos constituintes tornam-se livres e movem-se através do sólido. Esses são conhecidos como **elétrons de condução**. Os elétrons de condução produzem, portanto, átomos com carga positiva (íons). Somente os elétrons são livres para se mover dentro do condutor. As partículas com cargas positivas tem posições fixas no sólido. Isolantes não tem elétrons de condução.



LEI DE COULOMB

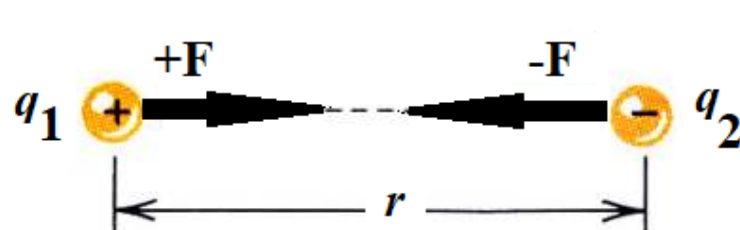
Considere duas cargas, q_1 e q_2 , colocadas à distância r uma da outra.

As duas cargas exercem forças uma sobre a outra:

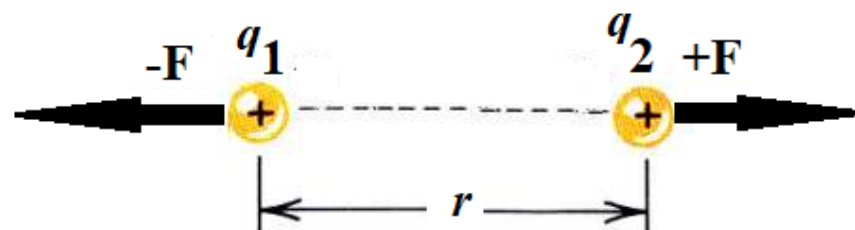
1. A força atua ao longo da reta que passa pelas duas cargas;
2. A força é atrativa para cargas de sinais opostos e repulsiva para cargas de mesmo sinal.
3. A intensidade da força, conhecida como força de Coulomb, é dada pela equação:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

onde $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$



Atração



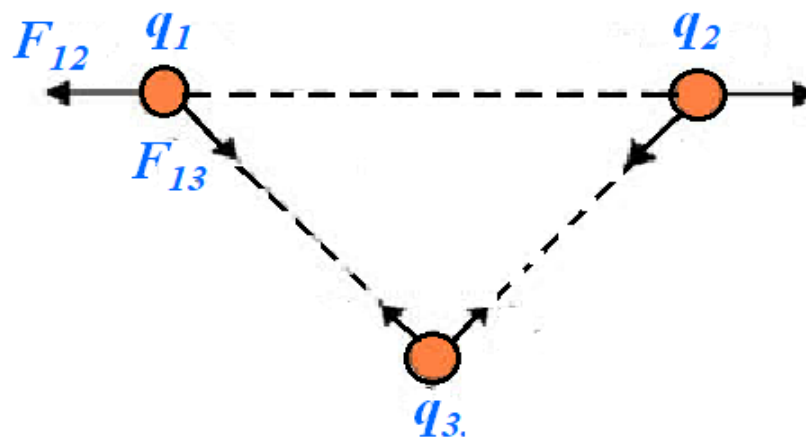
Repulsão

A Lei de Coulomb e o Princípio da Superposição

A força total exercida por um grupo de cargas é igual ao vetor soma da contribuição de cada carga.

Por exemplo, a força total exercida sobre q_1 por q_2 e q_3 é igual à:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13}$$



Onde F_{12} é a força exercida sobre q_1 por q_2 e F_{13} é a força exercida sobre q_1 por q_3 . Em geral a força exercida sobre q_1 por n cargas é dada pela equação:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots + \vec{F}_{1n} = \sum_{i=2}^n \vec{F}_{1i}$$

Quantização da Carga: a carga total Q_{total} de um objeto que contem N_e elétrons, N_p prótons e N_n nêutrons é dada por:

$$Q_{total} = -eN_e + eN_p + 0N_n = e(N_p - N_e) = ne$$

Onde $(N_p - N_e) = n$ é um inteiro : a carga total é *quantizada*.

Isto significa que a carga total não pode assumir qualquer valor, mas somente valores que são múltiplos da carga elementar e .

seda



Bastão de
vidro

seda



Bastão de
vidro

Conservação da carga

Considere um bastão de vidro e um pedaço de pano de seda (ambos sem carga) mostrado na figura superior ao lado. Se esfregarmos o bastão de vidro com um pedaço de seda, sabemos que uma carga positiva aparece no bastão (como na figura ao lado, inferior).

Ao mesmo tempo, uma quantidade igual de carga negativa aparece sobre o pedaço de pano de seda, de modo que a carga líquida (bastão + pano) é igual à zero. Isto sugere que o atrito não cria carga, mas apenas transfere carga de um corpo para o outro, perturbando assim a neutralidade elétrica de cada corpo. A **conservação de carga** pode ser resumida da seguinte forma: Em qualquer processo, a carga total no início é igual à carga total no final do processo.

$$Q_i = Q_f$$