

# Lei de Coulomb

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná  
Campus Irati

21 de março de 2025

# Sumário

- 1 **Introdução**
  - Conceito de carga elétrica
- 2 **Lei de Coulomb**
- 3 **Material dielétrico**
- 4 **Experiência da balança de torção**
- 5 **Apêndice**

## Carga elétrica

- ✓ Existem **dois tipos** diferentes de carga elétrica (positivo e negativo);
- ✓ O processo de eletrização não cria cargas, apenas a transfere de um corpo para o outro levando a **lei de conservação da carga elétrica**;
- ✓ Acreditava-se que a transferência ocorria pela carga positiva e não pela negativa;
- ✓ Pela experiência realizada por Du Fay cargas de mesmo sinal se repelem e sinais contrários se atraem;

### Carga elementar

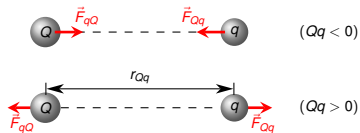
A carga elétrica assume **valores discretos**, dados pela carga  $-e$  do elétron e  $+e$  do próton.

$$e = 1,602177 \times 10^{-19} \text{ C}$$

# Lei de Coulomb

## Características

- ✓ É uma força conservativa;
- ✓ Curta distância;
- ✓ Proporcional ao produto das cargas;
- ✓ Inversamente proporcional ao quadrado da distância;
- ✓ Pode ser atrativa ou repulsiva dependendo do produto das cargas;
- ✓ Obedece as Leis de Newton do movimento.



Sentido da força em relação ao sinal das cargas.

## Lei de Coulomb

$$F_{Qq} = k \frac{Qq}{r_{Qq}^2}$$

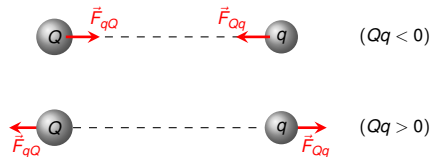
## Leis de Newton e a Força eletrostática

Vetorialmente, a lei de Coulomb é definida como

$$\vec{F}_{Qq} = k \frac{Qq}{r_{Qq}^2} \hat{r}_{Qq}$$

Sabendo que  $\vec{r}_{Qq} = -\vec{r}_{qQ}$  temos que a Lei de Coulomb satisfaz a Lei da ação e reação, onde

$$\boxed{\vec{F}_{Qq} = -\vec{F}_{qQ}}$$



Sentido da força em relação ao sinal das cargas.

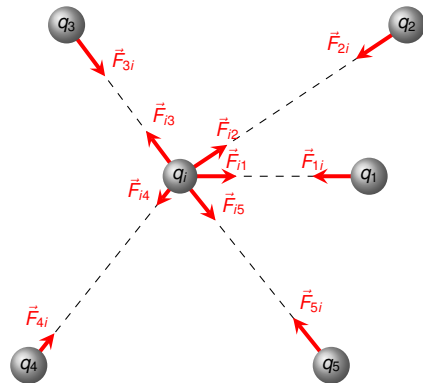
## Distribuição discreta de cargas elétricas e princípio da superposição

Dado o conjunto de cargas  $i$  distribuídas no espaço, a força resultante atuando em cada carga devido as demais é obtida somando vetorialmente as forças atuando na carga  $i$ .

$$\vec{F}_i = \vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \vec{F}_{i3} + \vec{F}_{i4} + \vec{F}_{i5} + \vec{F}_{i6}.$$

### Lei de Coulomb em um distribuição de cargas

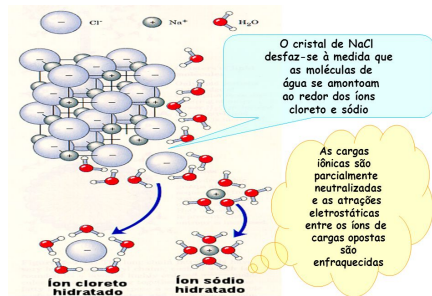
$$\vec{F}_i = \sum_{j=1}^N \vec{F}_{ij}.$$



## Força eletrostática no meio dielétrico

### Corollary

- ✓ A presença de um material dielétrico reduz a força eletrostática entre as cargas;
- ✓ Quanto maior a constante dielétrica do material mais enfraquecido será a força eletrostática entre cargas elétricas;
- ✓ O vácuo possui o menor valor da constante dielétrica (1,0).



Dissolução do NaCl em água.

## Diminuição da força eletrostática no meio dielétrico

A constante dielétrica do ar é praticamente idêntico ao do vácuo;

Duas cargas mergulhadas em óleo possui a força eletrostática 4,6 vezes menor que no vácuo;

A água por ser um dipolo elétrico é altamente polarizável, portanto a constante dielétrica é muito alta.

Constante dielétrica de diferentes materiais.

Meio material	Constante dielétrica
Vácuo	1,0
Ar	1,0005
Benzeno	2,3
Óleo	4,6
Água	81

### Constante dielétrica

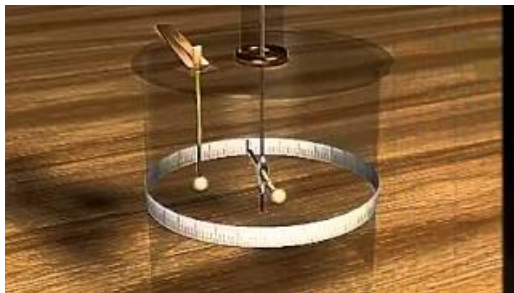
Fator de redução da força elétrica entre cargas em um meio dielétrico.



## Como medir a força elétrica?

### Corollary

*Em virtude da força elétrica que se manifesta entre as esferas, a haste gira provocando uma torção no fio. Medindo o ângulo de torção consegue determinar o valor da força entre as esferas.*



Balança de torção

## Alfabeto grego

Alfa	$A$	$\alpha$
Beta	$B$	$\beta$
Gama	$\Gamma$	$\gamma$
Delta	$\Delta$	$\delta$
Epsílon	$E$	$\epsilon, \varepsilon$
Zeta	$Z$	$\zeta$
Eta	$H$	$\eta$
Teta	$\Theta$	$\theta$
Iota	$I$	$\iota$
Capa	$K$	$\kappa$
Lambda	$\Lambda$	$\lambda$
Mi	$M$	$\mu$

Ni	$N$	$\nu$
Csi	$\Xi$	$\xi$
ômicon	$O$	$o$
Pi	$\Pi$	$\pi$
Rô	$P$	$\rho$
Sigma	$\Sigma$	$\sigma$
Tau	$T$	$\tau$
Ípsilon	$\Upsilon$	$\upsilon$
Fi	$\Phi$	$\phi, \varphi$
Qui	$X$	$\chi$
Psi	$\Psi$	$\psi$
Ômega	$\Omega$	$\omega$

## Referências e observações<sup>1</sup>

 A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.3, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)

Esta apresentação está disponível para download no endereço  
<https://flavianowilliams.github.io/education>

---

<sup>1</sup>Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.