

# Campo elétrico

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná  
Campus Irati

26 de março de 2025

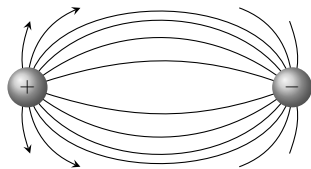
# Sumário

- 1 **Campo elétrico**
- 2 **Linhas de força**
- 3 **Campo elétrico em um condutor**
- 4 **Campo elétrico em um dielétrico**
- 5 **Apêndice**

## O conceito de campo elétrico

❓ Se a interação eletrostática é percebida a distância, como uma carga elétrica percebe a presença de outra, a distância, intensidade e sinal da sua carga elétrica?

- ✓ A presença de uma carga elétrica  $Q$  em uma região do espaço produz um campo de interação chamado de campo elétrico que funciona como intermédio entre as cargas elétricas.
- ✓ A existência desse campo é verificado através da força exercida em uma carga de prova quando colocada nesta região.

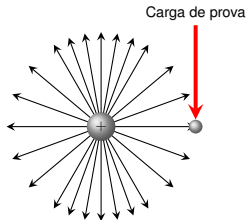


Linhas de campo que intermedia ambas as cargas elétricas.

## O que são linhas de força?

### Carga de prova

Partícula carregada cuja carga é pequena quanto possível para que seu campo não interfira nas demais cargas.



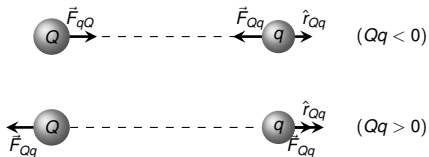
Carga de prova na presença de um campo elétrico.

Linhas de força foi um artifício inventado por Michael Faraday para mostrar como ocorre a intermediação entre as cargas elétricas.

## Campo elétrico à partir da Lei de Coulomb

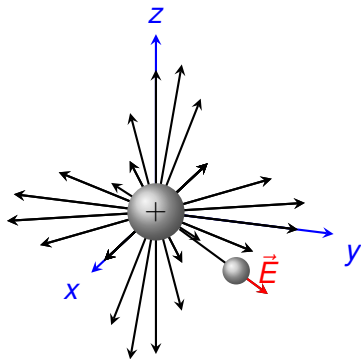
A força que uma partícula com carga  $Q$  atua na carga de prova  $q$  é dado pela lei de Coulomb

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



Representação da força elétrica como grandeza vetorial.

## Campo elétrico como grandeza vetorial



Campo elétrico no espaço.

$$\vec{F}_{Qq} = \left[ k \frac{Q}{r_{Qq}^2} \hat{r}_{Qq} \right] q$$
$$\vec{F}_{Qq} = \vec{E}(r_{Qq}) q$$

### Campo elétrico de uma carga puntiforme

$$\vec{E}(r_{Qq}) = k \frac{Q}{r_{Qq}^2} \hat{r}_{Qq}$$

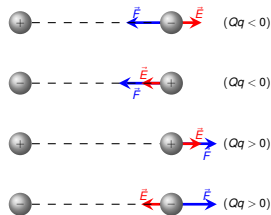
## Características do campo elétrico

### Corollary

A direção e o sentido do vetor  $\vec{E}$  são dados pela direção e pelo sentido da força que atua na carga de prova positiva, ou seja,

Se  $q > 0$ , o campo elétrico  $\vec{E}$  e a força  $\vec{F}$  tem o mesmo sentido;

Se  $q < 0$ , o campo elétrico  $\vec{E}$  e a força  $\vec{F}$  tem sentidos opostos.



Relação entre os sentidos de  $\vec{E}$  e  $\vec{F}$ .

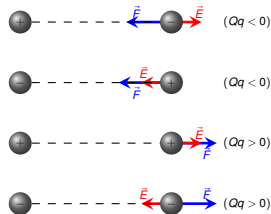
### Corollary

A unidade de medida do campo elétrico no SI é Newton/Coulomb.

## O movimento das cargas num campo elétrico

### Corollary

*Uma carga positiva colocada em um ponto onde existe um campo elétrico  $\vec{E}$  tende a se deslocar no sentido desse campo, e uma carga negativa tende a se deslocar em sentido contrário ao do campo.*



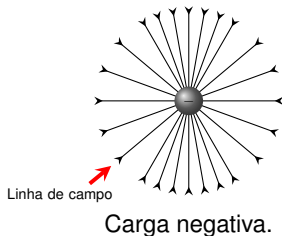
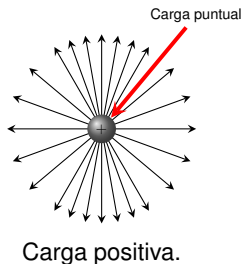
Relação entre os sentidos de  $\vec{E}$  e  $\vec{F}$ .



## O que são cargas pontuais?

### Corollary

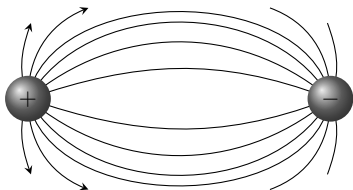
*Objetos pontuais são aqueles cujas dimensões são praticamente desprezíveis (a carga está toda concentrada em um único ponto). Exemplos: próton e elétron.*



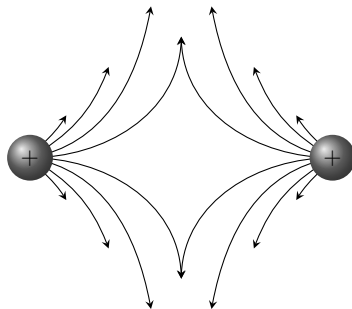
### Corollary

*As linhas de força de uma carga positiva divergem para fora enquanto que na carga negativa convergem para dentro.*

## Linhas de força de um dipolo elétrico



Cargas contrárias



Cargas iguais

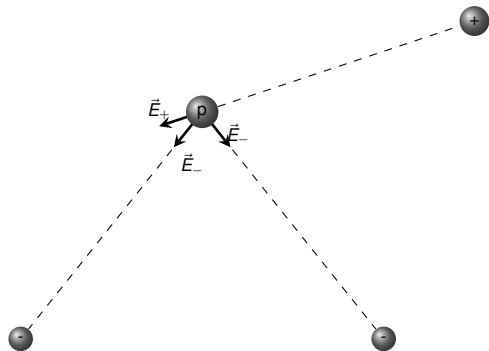
⚠ As linhas de força nunca se cruzam.

## Campo elétrico resultante e o princípio da superposição

### Corollary

*O campo elétrico  $\vec{E}$ , existente no ponto  $p$ , é dado pela resultante dos campos  $\vec{E}_1$ ,  $\vec{E}_2$ ,  $\vec{E}_3, \dots$ , produzidos separadamente pelas cargas  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ,  $\dots$ ,*

$$\vec{E}_p = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

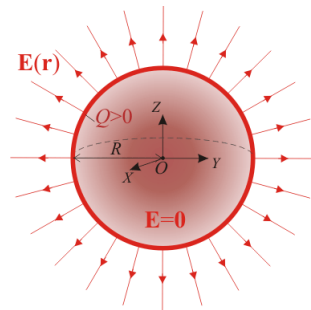


Contribuição do campo elétrico de cada carga elétrica no ponto P.

## Carga elétrica estática em um condutor

### Corollary

*Se um condutor eletrizado estiver em equilíbrio eletrostático, as cargas elétricas estarão distribuídas em sua superfície, portanto o campo elétrico será nulo em todos os pontos do seu interior, e em pontos na superfície do condutor o campo será perpendicular a ela.*

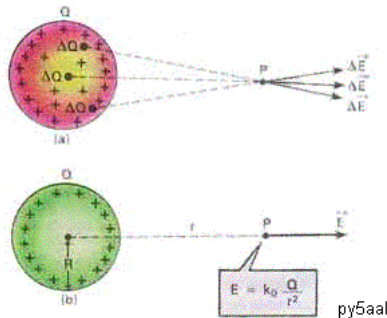


Campo elétrico de uma esfera condutora.

## Campo elétrico de uma esfera

### Corollary

*O campo elétrico resultante gerado por uma esfera no ponto  $p$  é a soma vetorial dos campos elétricos de cada carga distribuída na superfície. Como resultado, o campo elétrico resultante é o mesmo de uma carga puntual.*

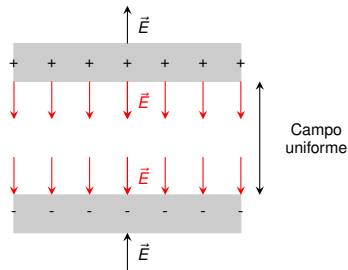


Campo elétrico resultante de uma esfera condutora.

## Campo elétrico uniforme

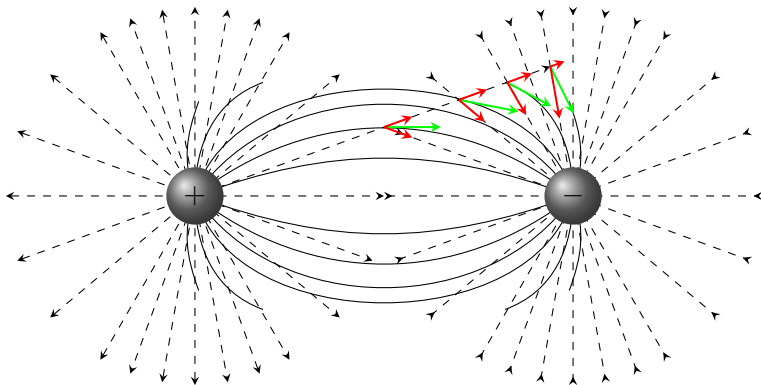
### Corollary

*O campo elétrico será uniforme em uma dada região do espaço se ele apresenta o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido em todos os pontos dessa região.*



Campo elétrico uniforme entre duas placas paralelas.

## Campo elétrico resultante



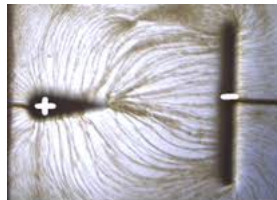
Campo elétrico resultante de um dipolo elétrico.

## Efeitos da distribuição de cargas na superfície do condutor



### Gaiola de Faraday

Sabendo que o campo elétrico é zero no interior de um condutor, portanto não deve existir movimento de cargas no seu interior.



### Poder das pontas

Em um objeto deformado as cargas possuem a tendência de se concentrar nas regiões onde há pontas.

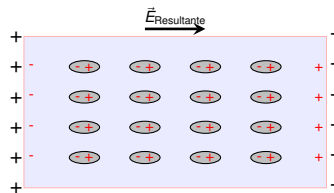


## Isolante se tornando um condutor

### rigidez dielétrica

O maior campo elétrico que pode ser aplicado a um isolante sem que ele se torne condutor.

Como foi visto anteriormente, a força coulombiana assume um valor menor em um meio dielétrico, assim é de se esperar que o campo elétrico também assumiria um valor também menor. Isso se deve pois, a polarização do material reduz a sua carga elétrica resultante nas extremidades do material.



Campo elétrico no meio dielétrico.

## 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.