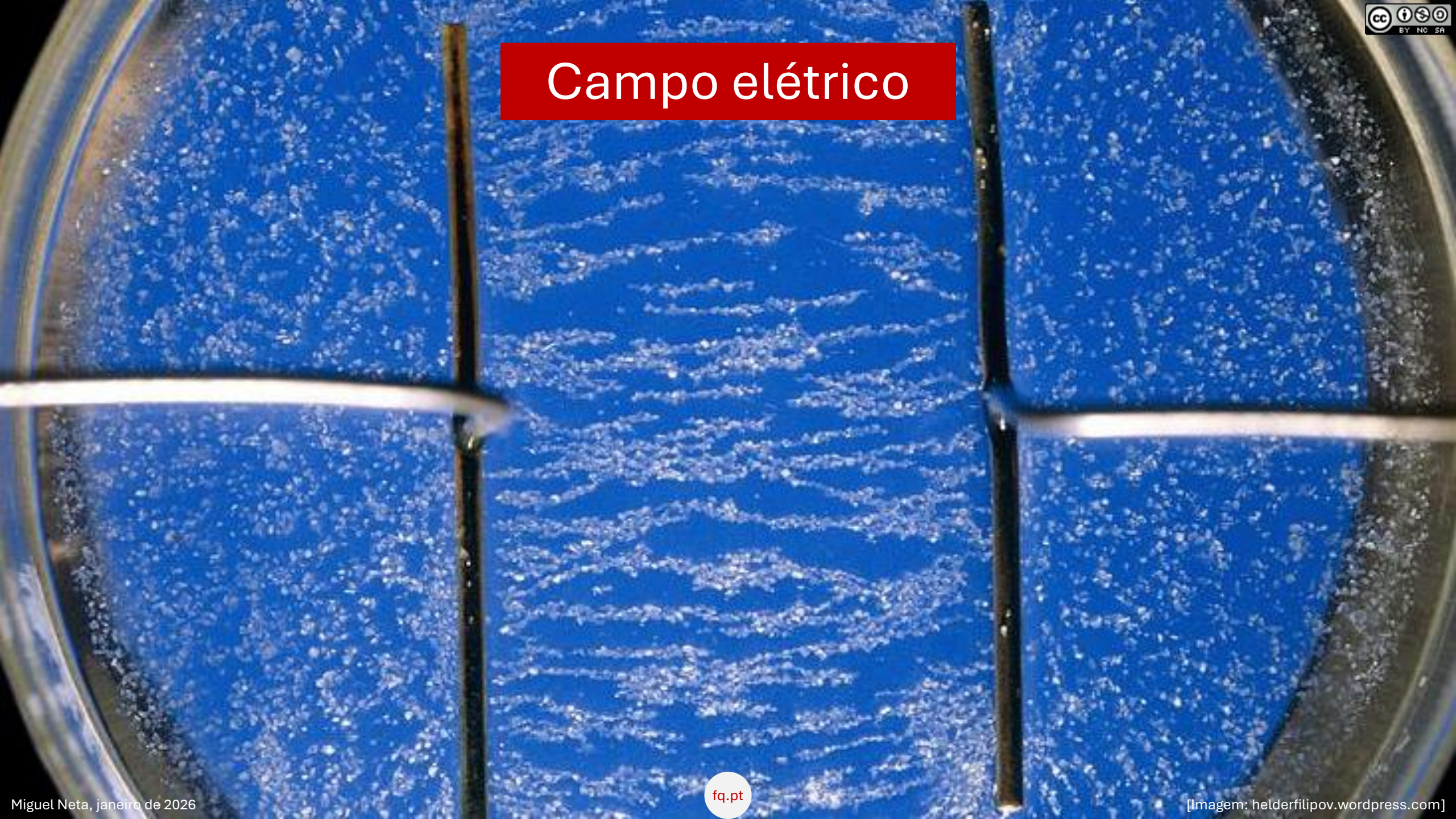


Campo elétrico



Essencial

- Identificar as origens do campo elétrico e do campo magnético, caracterizando-os através das linhas de campo observadas experimentalmente.
- Relacionar, qualitativamente, os campos elétrico e magnético com as forças elétrica sobre uma carga pontual e magnética sobre um íman, respetivamente.

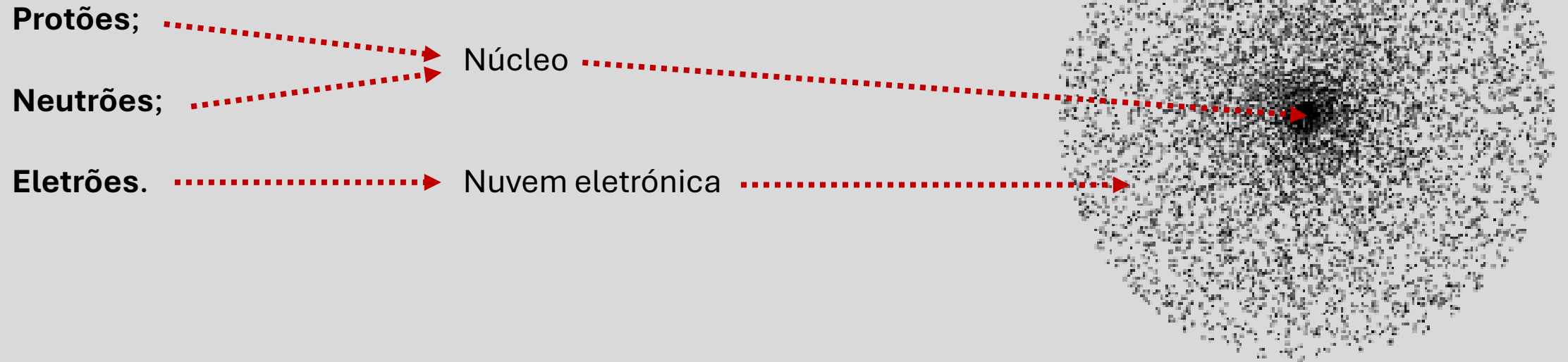
Palavras-chave

- Campo elétrico.
- Linhas de campo elétrico.
- Campo elétrico uniforme.
- Força elétrica.



Constituição do átomo

Os átomos são constituídos por três diferentes tipos de partículas fundamentais:



Elétron

Descoberto em 1897, por **Thomson**.

A sua carga foi determinada 12 anos depois, por **Millikan**.

$$e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

É uma **partícula elementar**.

A sua **carga** também é **elementar**.

Na natureza, as cargas são múltiplas da carga do elétron!

[a carga dos quarks não é elementar!]

Protão

A carga do protão tem valor igual à do elétron mas sinal contrário.

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$



Joseph John Thomson (1856-1940).

Carga elétrica

A carga de elétrica de um corpo, Q ou q , é sempre múltipla do valor elementar de carga elétrica:

$$Q = n e$$

em que:

Q – carga elétrica de um corpo (pode ser positiva ou negativa)

n – número inteiro

e – valor da carga fundamental ($1,602 \times 10^{-19}$ C)

A unidade SI da carga elétrica é o **coulomb, C**.

Princípio da conservação da carga elétrica

Um sistema não isolado pode ganhar ou perder cargas.

A carga elétrica de um sistema isolado é constante.

A carga elétrica do sistema isolado permanece constante, mas o sistema pode não ser neutro!

Se o número de cargas negativas for superior ao de cargas positivas $\Rightarrow$ Carregado negativamente!

Se o número de cargas positivas for superior ao de cargas negativas $\Rightarrow$ Carregado positivamente!

Eletrização

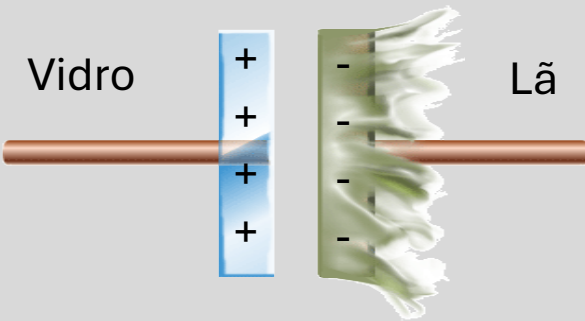
Os primeiros fenómenos elétricos descritos na Antiguidade e estão relacionados com a **eletrização de corpos** (adquirir um excesso de carga por parte de um dado material).

A eletrização pode ser por:

- Fricção;
- Contacto;
- Indução (influência).

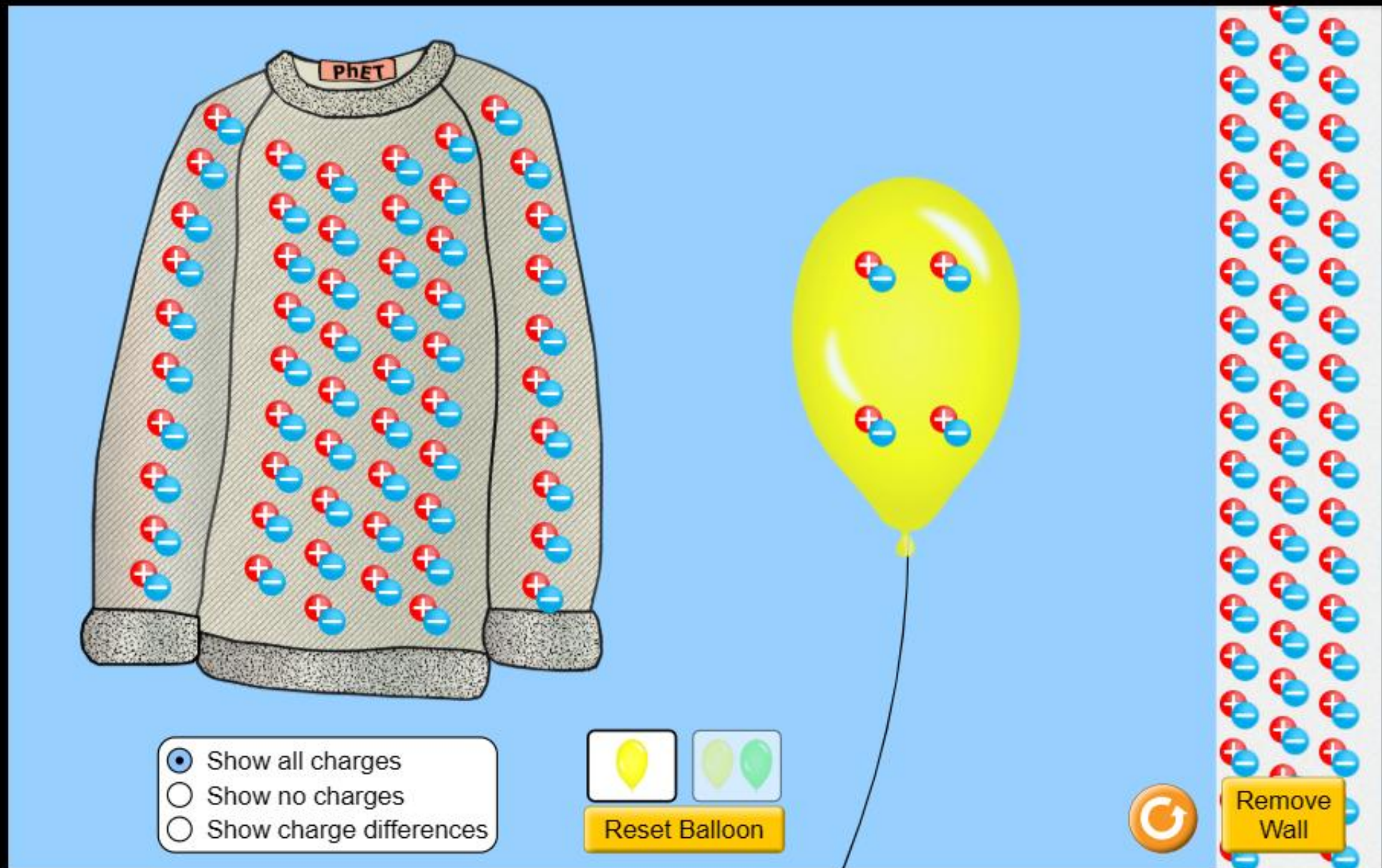
Série triboelétrica

Os materiais que ocupam a **posição superior perdem eletrões** e os que se encontram na **parte inferior ganham eletrões**.



Amianto
Pele de coelho
Vidro
Mica
Lã
Nylon
Algodão
Madeira
Âmbar
Enxofre
Ebonite
Celulóide

[Balões e eletricidade estática]



Balloons and Static Electricity

Campo

Um campo é uma região em que se pode associar uma grandeza física.

Tem que existir algo que crie esse campo!

Um corpo com **massa** cria um **campo gravítico**;

Um corpo com **carga elétrica** cria um **campo elétrico**;

Um corpo com **propriedades magnéticas** cria um **campo magnético**.

Campo elétrico, $\vec{E}$

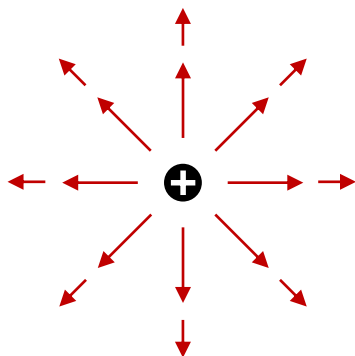
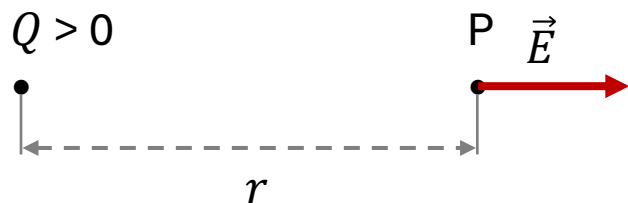
O campo elétrico, $\vec{E}$, é uma **grandeza vetorial**.

Uma **carga elétrica**, Q ou q , **cria** em seu redor um **campo elétrico**.

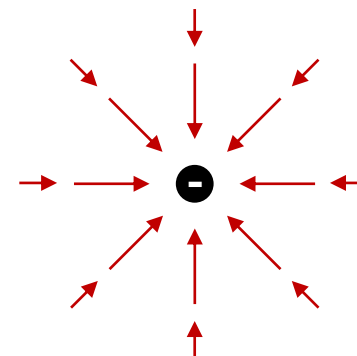
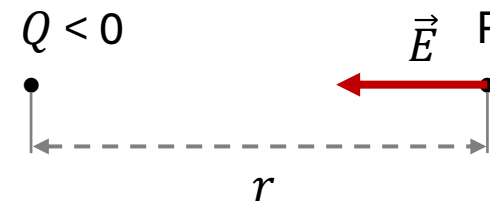
A unidade SI é o **volt por metro**, V m^{-1} , ou **newton por coulomb**, N C^{-1} .

Características do campo elétrico

Cargas positivas: o sentido do campo é da carga **para o exterior** (centrífugo).

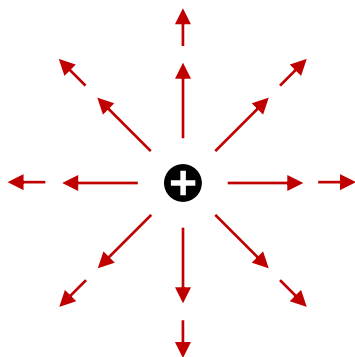


Cargas negativas: o sentido do campo é do **exterior para a carga** (centrípeto).

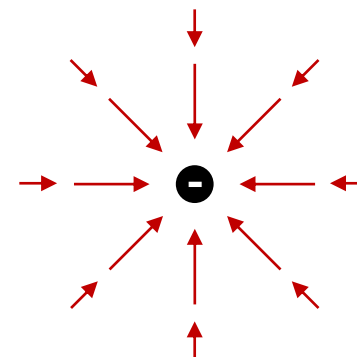


Características do campo elétrico

Cargas positivas: o sentido do campo é da carga **para o exterior** (centrífugo).



Cargas negativas: o sentido do campo é do **exterior para a carga** (centrípeto).



A **intensidade** de um campo elétrico é **proporcional ao valor da carga** que o cria.

Maior carga elétrica



Campo elétrico mais intenso!

A **intensidade** de um campo elétrico é **inversamente proporcional ao quadrado da distância à carga**.

Maior distância



Campo elétrico menos intenso!

A densidade das linhas de força aumenta com a intensidade do campo elétrico.

Linhas de campo mais próximas



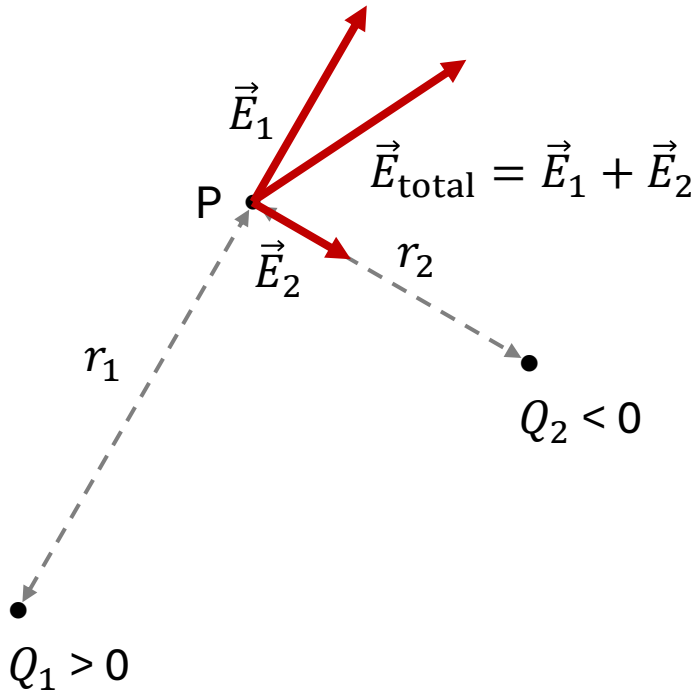
Campo elétrico mais intenso!

Características do campo elétrico

Cargas positivas: o sentido do campo é da carga **para o exterior** (centrífugo).

Cargas negativas: o sentido do campo é do **exterior para a carga** (centrípeto).

Princípio da sobreposição



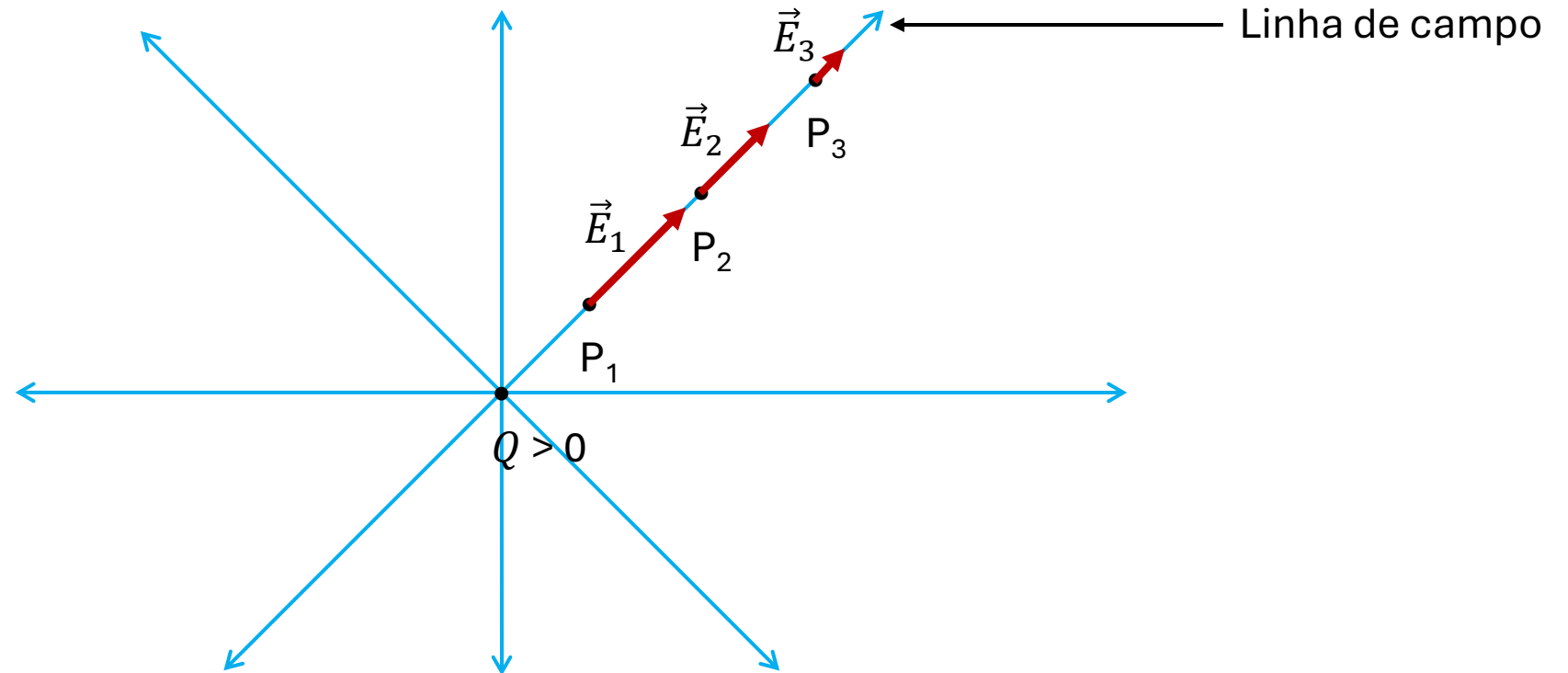
$\vec{E}_1$ – campo elétrico no ponto P devido à carga Q_1

$\vec{E}_2$ – campo elétrico no ponto P devido à carga Q_2

$\vec{E}_{\text{total}}$ – campo elétrico total no ponto P devido às cargas Q_1 e Q_2

Linhas de campo elétrico

As linhas de campo elétrico são **tangentes ao campo elétrico**, com a **mesma direção** e o **mesmo sentido**.



Representam a direção, sentido e intensidade do campo elétrico nos vários pontos do espaço.

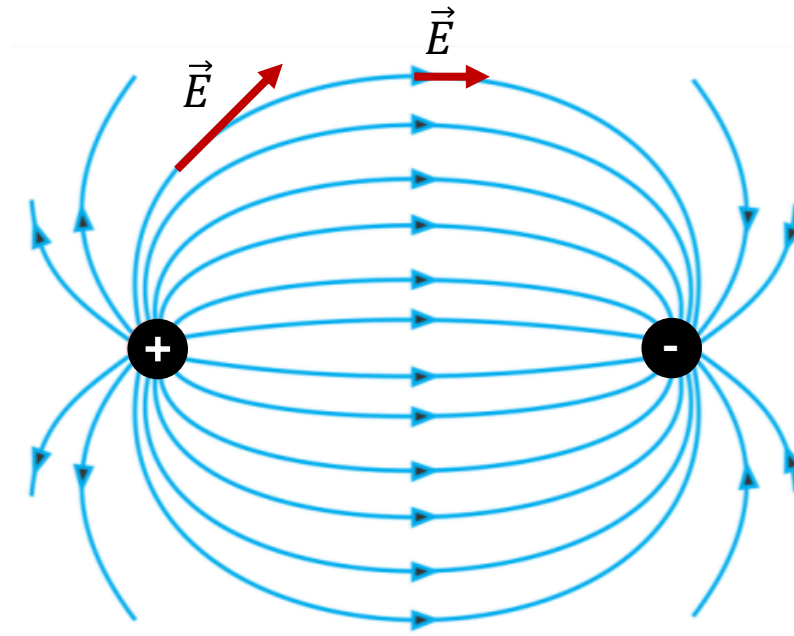
As linhas de campo são **linhas abertas**.

Num caso de uma carga pontual, como o apresentado, **a direção é radial!**

Linhas de campo elétrico

Cargas positivas: o sentido do campo é da carga **para o exterior** (centrífugo).

Cargas negativas: o sentido do campo é do **exterior para a carga** (centrípeto).



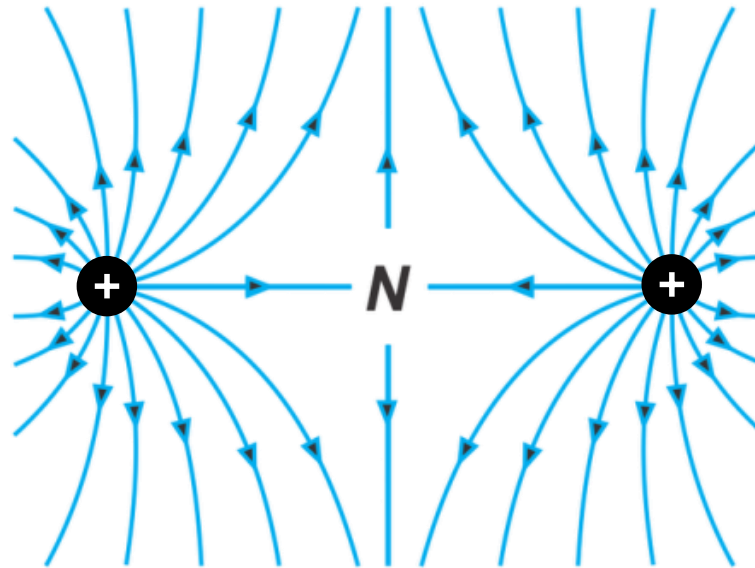
Duas cargas de igual módulo e sinal contrário

Maior proximidade entre linhas → Campo elétrico mais intenso.

Linhas de campo elétrico

Cargas positivas: o sentido do campo é da carga **para o exterior** (centrífugo).

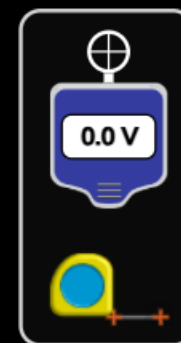
Cargas negativas: o sentido do campo é do **exterior para a carga** (centrípeto).



Duas cargas de igual módulo e igual sinal positivo

[[Cargas e campos](#)]

- ☒ Electric Field
 - ☐ Direction only
- ☐ Voltage
- ☐ Values
- ☐ Grid




+1 nC


-1 nC


Sensors

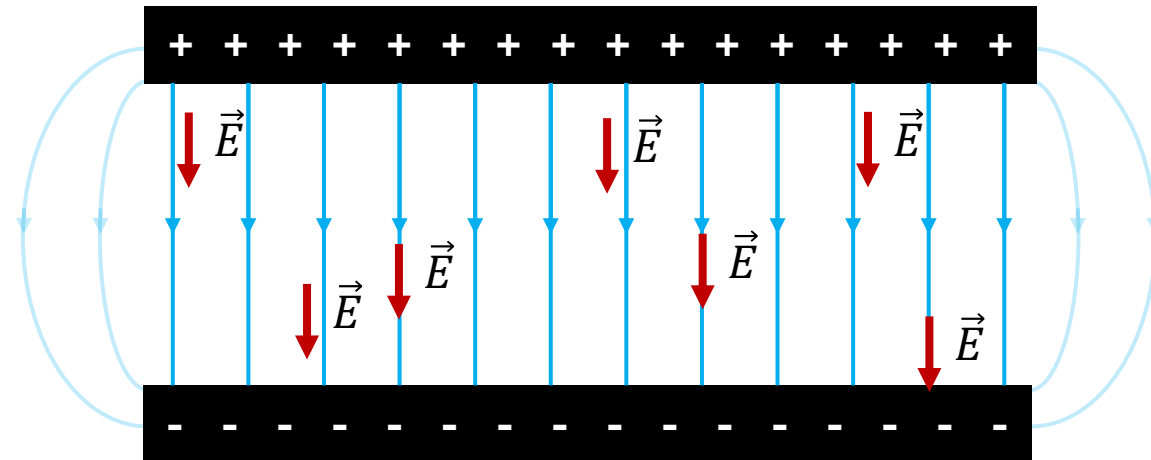


Campo elétrico uniforme

A **densidade** das linhas de campo aumenta com a **intensidade** do campo elétrico.

Linhas de campo mais próximas $\Rightarrow$ campo elétrica mais intenso!

Duas placas paralelas podem gerar um **campo elétrico uniforme/constante**.



O campo apenas é **uniforme** na zona entre as placas, onde as **linhas de campo são paralelas e igualmente espaçadas**.

Um campo elétrico uniforme tem **direção, sentido e intensidade constantes**.

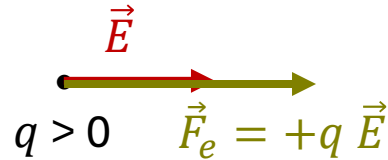
Força exercida por um campo elétrico, $\vec{F}_e$

Quando uma outra carga q interage com o campo criado por Q , fica sujeita a uma força elétrica, $\vec{F}_e$.

A **força elétrica**, $\vec{F}_e$, exercida numa carga q colocada num campo elétrico $\vec{E}$ é igual a:

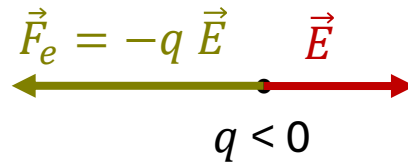
$$\vec{F}_e = q \vec{E}$$

•
 $Q > 0$



$\vec{E}$ e $\vec{F}_e$ com mesmo sentido

•
 $Q > 0$



$\vec{E}$ e $\vec{F}_e$ com sentido contrário

Força exercida por um campo elétrico, $\vec{F}_e$

Quando uma outra carga q interage com o campo criado por Q , fica sujeita a uma força elétrica, $\vec{F}_e$.

A **força elétrica**, $\vec{F}_e$, exercida numa carga q colocada num campo elétrico $\vec{E}$ é igual a:

$$\vec{F}_e = q \vec{E}$$

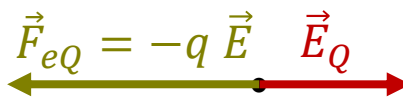

$$\vec{F}_{eq} = +Q \vec{E}_Q \quad Q > 0$$


$$q > 0 \quad \vec{F}_{eQ} = +q \vec{E}_Q$$

Cargas iguais

$\vec{F}_{eQ}$ e $\vec{F}_{eq}$ com sentidos opostos

Forças repulsivas


$$Q > 0 \quad \vec{F}_{eq} = +Q \vec{E}$$

$$\vec{F}_{eQ} = -q \vec{E} \quad q < 0$$

Cargas opostas

$\vec{F}_{eQ}$ e $\vec{F}_{eq}$ com sentidos opostos

Forças atrativas

Essencial

- Identificar as origens do campo elétrico e do campo magnético, caracterizando-os através das linhas de campo observadas experimentalmente.
 - Relacionar, qualitativamente, os campos elétrico e magnético com as forças elétrica sobre uma carga pontual e magnética sobre um íman, respetivamente.
-

Palavras-chave

- Campo elétrico.
 - Linhas de campo elétrico.
 - Campo elétrico uniforme.
 - Força elétrica.
-

Bibliografia

- “Aprendizagens Essenciais – Física e Química A – 11º ano”, Ministério da Educação, 2018.
 - C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, “Física 11 A”, Areal Editores, Porto, 2016.
 - M. Alonso, E. J. Finn, “Física”, Escolar Editora, 2012, Lisboa.
 - C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, “Rumo à Física – 11º Ano”, Areal Editores, Porto, 2022.
 - G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, “11F”, Texto Editores, Lisboa, 2022.
-

Simulações

- [Balões e eletricidade estática](#), 02/02/2018.
- [Cargas e campos](#), 13/12/2017.