

## Campo e Força Elétrica e Lei de Gauss - I

Professor: Rodrigo Jordão

### Resumo

---

#### Lei de Coulomb

A força elétrica entre duas cargas  $Q$  e  $q$ , que distam de um comprimento  $r$ , é igual a:

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Qq}{r^2}$$

A constante  $\epsilon$  é chamada de permissividade do meio, quando o meio for o vácuo

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{N} \times \text{m}^2.$$

A direção da força estará na linha que liga as duas cargas e o sentido dependerá se as cargas possuem mesma polaridade (repulsividade) ou não (atratividade).

#### Princípio da Superposição

A força elétrica total em uma carga  $Q$ , causada por cargas  $q_1, \dots, q_n$ , é igual ao somatório das forças elétricas provocadas por cada uma das cargas.

$$F_e = F_{e1} + F_{e2} + \dots + F_{en}$$

#### O campo Elétrico

Uma carga elétrica (chamada de carga fonte) interfere no meio em que se encontra. O campo elétrico gerado pelas cargas  $q_1, \dots, q_n$ , é igual a:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r^2}$$

#### Distribuição Contínua de Carga

No caso de um contínuo, um conjunto de cargas que não conseguimos fazer distinção das partículas, o campo elétrico é calculado por:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \int \frac{dq}{r^2}$$

A infinitesimal  $dq$  é igual a:

- Em um corpo com tridimensional:

$$dq = \rho \cdot dV$$

- Em um corpo bidimensional (uma das dimensões é muito menor que a outra e pode ser desprezada):

$$dq = \sigma \cdot dA$$

- Em um corpo unidimensional (uma das dimensões é muito maior que as outras):

$$dq = \lambda \cdot dl$$

**Linhas de Campo**

As linhas de campo aparecem em uma carga de maneira radial:



Figura 1. Linhas de campo em uma carga.

As linhas de campo entre duas cargas serão distribuídas dependendo se as cargas são opostas ou iguais.

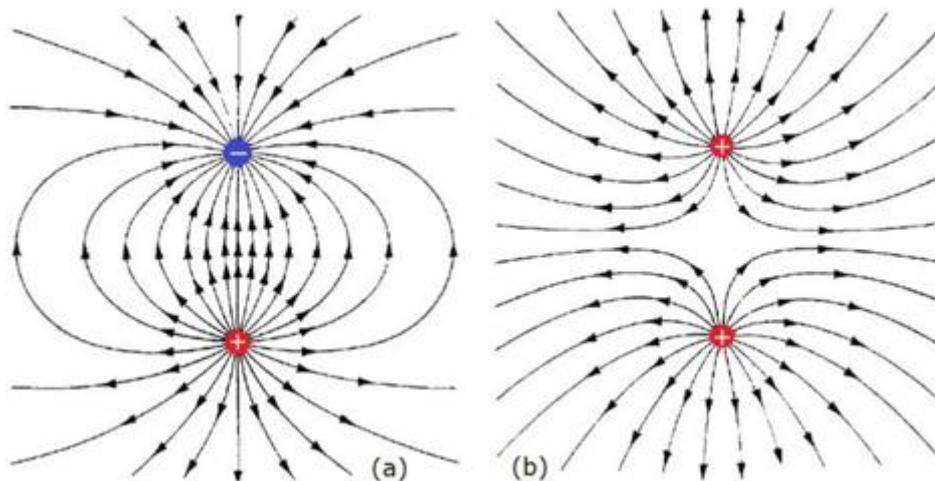


Figura 2. Linhas de campo em duas cargas.

As linhas de campo possuem algumas propriedades:

- Duas linhas de campo nunca se cruzam;
- As linhas de campo ficam mais próximas quando o campo é forte e mais distantes quando o campo é fraco;
- As linhas saem de cargas positivas e entram em cargas negativas;
- O vetor de campo elétrico tangencia as linhas de campo em todos os pontos.

**Fluxo**

Em uma área plana infinitesimal  $dA$ , com vetor diretor  $\vec{dA}$ , o fluxo de campo que passa nessa área é definido como:

$$\int \vec{E} \cdot \vec{dA} = \Phi_E$$

**Lei de Gauss**

Considerando o campo elétrico gerado por uma carga  $q$  em uma superfície esférica, com vetor de

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot \vec{dA} = \int \frac{q}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\hat{r}}{r^2} \cdot (r^2 \sin\theta \cdot d\theta d\varphi) = \iint \frac{q}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\hat{r}}{r^2} \cdot (r^2 \sin\theta \cdot d\theta d\varphi \cdot \hat{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sin\theta \cdot d\theta d\varphi =$$

$$\Phi_E = \frac{q}{4\pi\epsilon} 4\pi = \frac{q}{\epsilon}$$

Se considerarmos que estamos no vácuo, podemos enunciar a Lei de Gauss como:

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot \vec{dA} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$