

Lei de Coulomb

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

27 de Junho de 2022

Sumário

- 1 **Introdução**
 - Conceito de carga elétrica
- 2 **Lei de Coulomb**
- 3 **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.

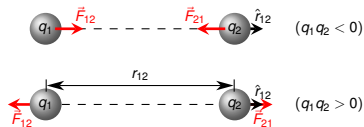
$$e = 1,602177 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Lei de Coulomb

Características da força atuando entre as cargas

q_1 e q_2 :

- ✓ É uma força conservativa;
- ✓ Curta distância (alguns metros);
- ✓ 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.

Utilize a animação para verificar a dependência da força com as cargas e distância relativa.

Expressão matemática da lei de Coulomb

A partir das características da força eletrostática F , podemos dizer que ela obedece as seguintes relações

$$F_{12} \propto q_1 q_2,$$

$$F_{12} \propto \frac{1}{r_{12}^2}.$$

Que podemos expressar em uma única relação

$$F_{12} \propto \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}.$$

Colocando em uma equação matemática aparece a constante de proporcionalidade K , onde

$$F_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}.$$

K é chamada de constante eletrostática no vácuo, cujo valor é aproximadamente $8,987551 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, e diminuindo se as cargas estiverem inseridas em um meio material.

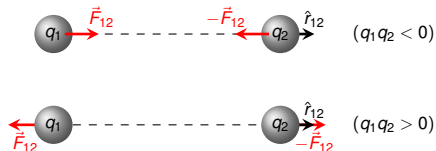
Leis de Newton e a Força eletrostática

Vetorialmente, a lei de Coulomb é definida como

$$\vec{F}_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{21}$$

Observando a figura ao lado, e independente do sinal das cargas q_1 e q_2 , temos que a Lei de Coulomb satisfaz a Lei da ação e reação, onde

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



Sentido da força em relação ao sinal das cargas.

Corollary

Objetos pontuais são aqueles cujas dimensões são praticamente desprezíveis.

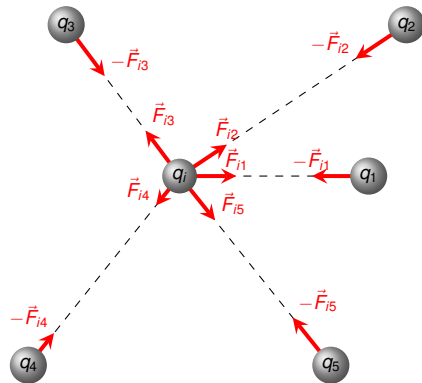
Distribuição discreta de cargas

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 discreta

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



Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

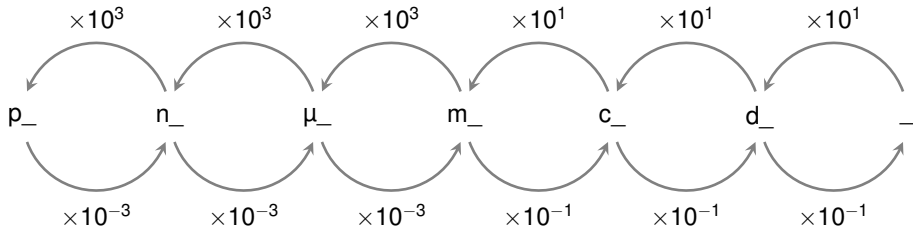
Passo 2: Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.

Passo 3: Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar" com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6,59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

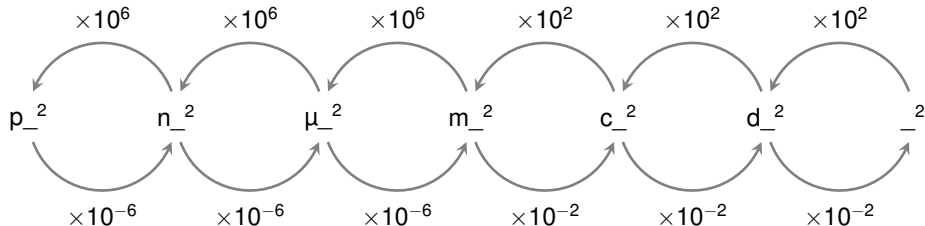


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ g} = 2,5 \times 10^{(1) \times 3} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^3 \text{ mg}$$

$$10 \mu\text{C} = 10 \times 10^{[(-3) \times 1 + (-1) \times 3]} \text{ C} \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

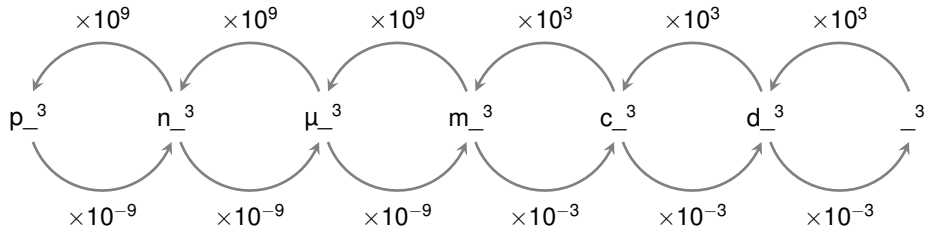


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

$$2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \times 10^{(2) \times 3} \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$10 \text{ } \mu\text{m}^2 = 10 \times 10^{[(-6) \times 1 + (-2) \times 3]} \text{ m}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-12} \text{ m}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1 \text{ mm}^3 = 1 \times 10^{(-3) \times 2} \text{ dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$$

$$2,5 \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 3} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^9 \text{ mm}^3$$




$$10 \mu\text{m}^3 = 10 \times 10^{[(-9) \times 1 + (-3) \times 3]} \text{ m}^3 \rightarrow 10 \times 10^{-18} \text{ m}^3$$

Alfabeto grego

Alfa	A	α
Beta	B	β
Gama	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsílon	E	ϵ, ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Teta	Θ	θ
Iota	I	ι
Capa	K	κ
Lambda	Λ	λ
Mi	M	μ

Ni	N	ν
Csi	Ξ	ξ
ômicon	O	o
Pi	Π	π
Rô	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Ípsilon	Υ	υ
Fi	Φ	ϕ, φ
Qui	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Ômega	Ω	ω

Referências e observações¹

-  D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Fundamentos de física. Eletromagnetismo, v.3, 10. ed., Rio de Janeiro, LTC (2016)
-  R. D. Knight, Física: Uma abordagem estratégica, v.3, 2nd ed., Porto Alegre, Bookman (2009)
-  H. M. Nussenzveig, Curso de física básica. Eletromagnetismo, v.1, 5. ed., São Paulo, Blucher (2014)

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

¹ Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.