

Potencial elétrico

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

20 de Outubro de 2020

Sumário

- 1 **Potencial elétrico**
- 2 **Potencial e campo elétrico**
- 3 **Potencial de alguns objetos não pontuais**
- 4 **Apêndice**

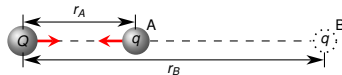
Trabalho realizado pela força elétrica

Supondo duas cargas Q e q no espaço, a força \vec{F} entre elas é dado pela lei de Coulomb,

$$F = K \frac{Qq}{r^2}.$$

O trabalho necessário para trazer a carga q do ponto A ao ponto B é igual a diferença de energia potencial entre esses pontos,

$$\tau_{AB} = U_A - U_B.$$



Carga q se deslocando do ponto A até B devido a força \vec{F}_{qQ} .

Energia potencial elétrica

Pela relação de trabalho e força

$$\tau = F\Delta r,$$

onde Δr é o deslocamento realizado por q de A até B, $\Delta r = r_A - r_B$. Assim

$$\tau \Rightarrow F_A r_A - F_B r_B.$$

Se $F = K \frac{Qq}{r^2}$, substituimos acima

$$\tau \Rightarrow \left(\frac{KQq}{r_A^2} \right) (r_A) - \left(\frac{KQq}{r_B^2} \right) (r_B),$$

$$\tau \Rightarrow \frac{KQq}{r_A} - \frac{KQq}{r_B}.$$

Definimos U_A a energia potencial no ponto A e U_B a energia no ponto B,

$$\tau = U_A - U_B = \frac{KQq}{r_A} - \frac{KQq}{r_B},$$

Chegando assim na energia potencial

$$U(r) = K \frac{Qq}{r}.$$

Diferença de potencial

Supondo um conjunto de carga elétrica q , o trabalho necessário para deslocar do ponto A até B cada portador de carga elementar dividimos o trabalho total pela quantidade de carga elétrica q

$$V_{AB} = \frac{\tau_{AB}}{q}.$$

Vimos anteriormente que $\tau_{AB} = U_A - U_B$,

$$V_{AB} = \frac{U_{AB}}{q},$$

mas $U = K \frac{Qq}{r}$, portanto

$$V_{AB} = \frac{KQ}{r_A} q - \frac{KQ}{r_B} q,$$

$$V_{AB} = K \frac{Q}{r_A} - K \frac{Q}{r_B}.$$

Diferença de potencial (d.d.p.)

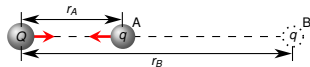
Trabalho necessário para deslocar cada carga elementar de um ponto a outro.

Potencial elétrico

Se trouxermos a carga elementar do infinito até o ponto A teremos

$$V_A - \overbrace{V(\infty)}^{\approx 0} = K \frac{Q}{r_A} - K \frac{Q}{r \rightarrow \infty},$$

$$V_A = K \frac{Q}{r_A}.$$



Carga q se deslocando do infinito até o ponto A.

Potencial elétrico

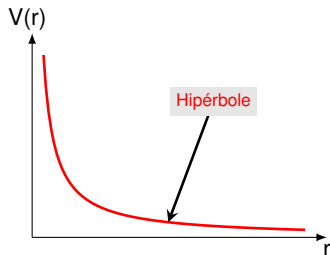
Trabalho necessário para trazer uma carga elementar do infinito até o ponto A.

Corollary

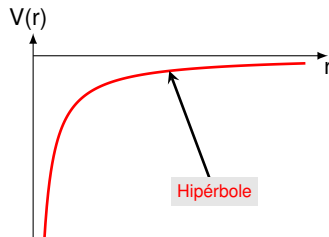
A unidade de medida do potencial elétrico no SI é Volt (V).

Potencial elétrico versus posição de uma carga puntiforme

O potencial elétrico de uma carga puntiforme é uma função hiperbólica que depende do sinal da carga elétrica.



Potencial elétrico de uma carga Q positiva.



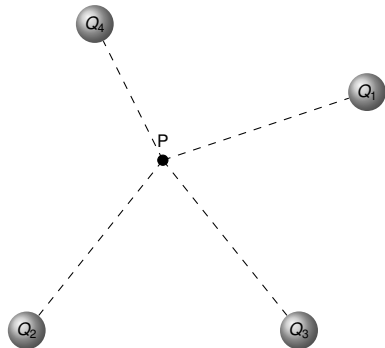
Potencial elétrico de uma carga Q negativa.

Campo de várias cargas pontuais

Ao contrário do campo elétrico, para calcular o potencial elétrico em um ponto no espaço devido a uma distribuição de cargas, usamos a soma algébrica ao invés da soma vetorial, **pois o potencial elétrico é uma grandeza escalar**,

$$V_P = V_1 + V_2 + V_3 + V_4,$$

$$V_P = \sum_{i=1}^4 V_i.$$



Quatro cargas puntiformes e suas distâncias relativas em relação ao ponto P.

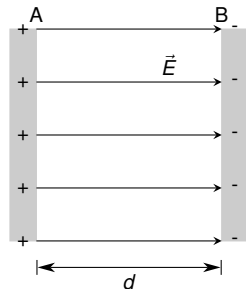
Relação entre campo elétrico e potencial

Para exemplificar a relação entre campo e potencial elétrico usamos duas placas paralelas carregadas eletricamente, de modo a ter um campo elétrico \vec{E} uniforme no interior dessa placa. Se colocarmos uma carga elétrica em A, o trabalho necessário para deslocá-lo até B é dado por

$$\tau_{AB} = qV_{AB}.$$

E o trabalho é força F vezes deslocamento d , portanto

$$\tau_{AB} = Fd = qV_{AB}.$$



Linhas de campo elétrico entre duas placas eletrizadas com cargas de sinais contrários.

Superfícies equipotenciais

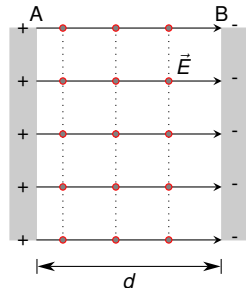
Pela lei de Coulomb sabemos que a força elétrica é dado por $F = qE$, onde E é o campo elétrico entre as placas, assim

$$qEd = qV_{AB},$$

$$V_{AB} = Ed.$$

Corollary

A ligação entre pontos que possuem o mesmo potencial elétrico forma uma superfície chamada superfície equipotencial.

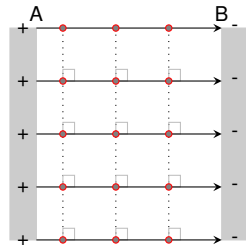


Superfícies equipotenciais (linhas tracejadas) e campo elétrico entre placas carregadas eletricamente.

Características de uma superfície equipotencial

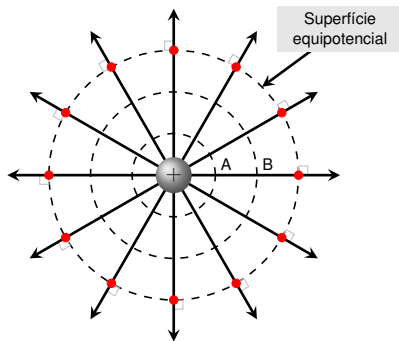
As características de uma superfície equipotencial são:

- ✓ Perpendicular ao campo elétrico;
- ✓ A d.d.p. é diferente de zero entre duas superfícies;
- ✓ A d.d.p. é zero entre dois pontos da mesma superfície;
- ✓ Uma carga elétrica irá se deslocar entre superfícies equipotenciais diferentes, ao invés de pontos na mesma superfície.

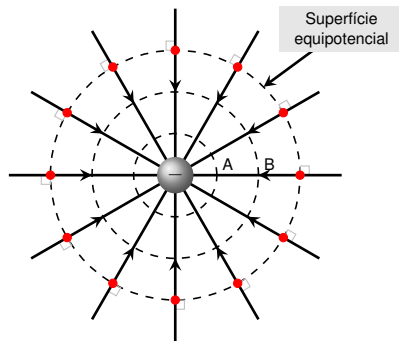


Superfícies equipotenciais (linhas tracejadas) e campo elétrico entre placas carregadas eletricamente.

Superfícies equipotenciais de cargas puntiformes



$$V_A > V_B$$

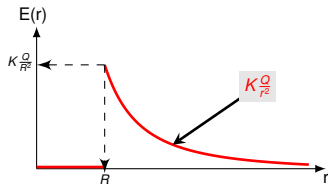


$$V_A < V_B$$

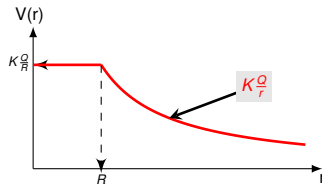
Potencial de uma esfera condutora eletrizada

Características do potencial elétrico de uma esfera condutora:

- ✓ Fora da esfera, ela se comporta como uma carga puntiforme;
- ✓ Dentro da esfera não há cargas e o campo elétrico é zero, portanto a d.d.p. é zero o potencial é constante;
- ✓ Na superfície da esfera $V = K \frac{Q}{R}$.



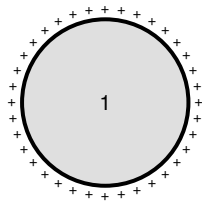
Campo elétrico de uma esfera condutora.



Potencial elétrico de uma esfera condutora.

Diferença de potencial e deslocamento de cargas no condutor

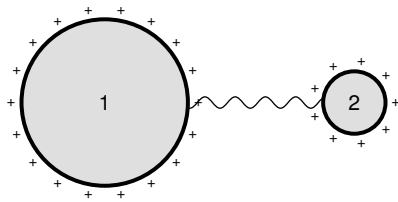
Se dois condutores estiverem em contato haverá transferência de cargas de um para outro até que o potencial de ambos se igualem.



$$V_1 \neq 0$$



$$V_2 = 0$$



$$V_1 = V_2$$

Duas esferas condutoras (uma neutra e outra eletricamente carregada).

Duas esferas condutoras após a eletrização por contato.

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

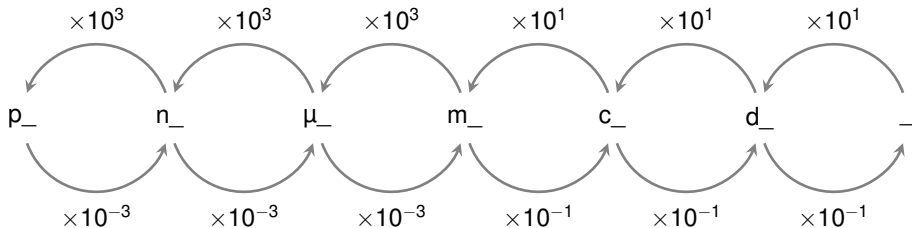
Passo 2: Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.

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

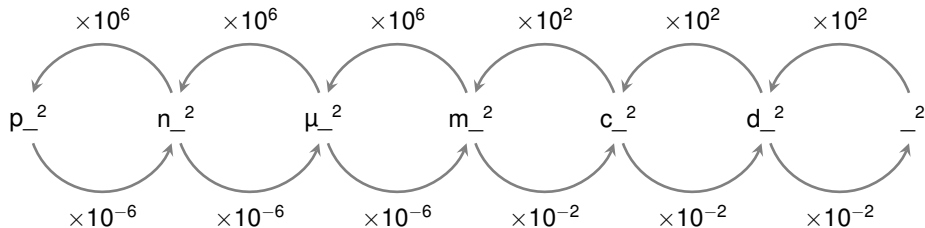


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

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

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

Conversão de unidades em duas dimensões

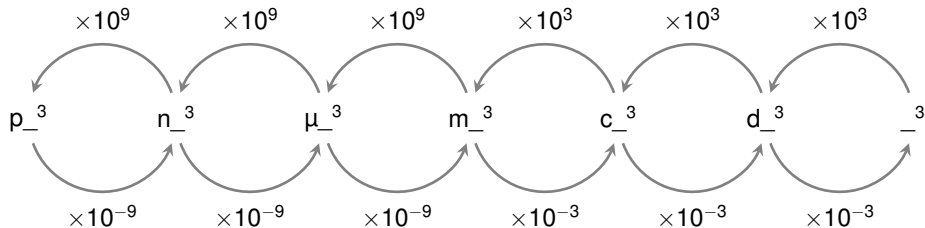


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

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

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

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	Ni	N	ν
Beta	B	β	Csi	Ξ	ξ
Gama	Γ	γ	ômicon	O	o
Delta	Δ	δ	Pi	Π	π
Epsílon	E	ϵ, ε	Rô	P	ρ
Zeta	Z	ζ	Sigma	Σ	σ
Eta	H	η	Tau	T	τ
Teta	Θ	θ	Ípsilon	Υ	v
Iota	I	ι	Fi	Φ	ϕ, φ
Capa	K	κ	Qui	X	χ
Lambda	Λ	λ	Psi	Ψ	ψ
Mi	M	μ	Ômega	Ω	ω

Referências e observações¹

 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>

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