

# Mecânica e Campo Eletromagnético

30 Nov 2021

Cap. 3 – Potencial eléctrico. Energia potencial. Teorema de Gauss

- Exemplos

Isabel Malaquias

[imalaquias@ua.pt](mailto:imalaquias@ua.pt)

Gab. 13.3.16

1

1

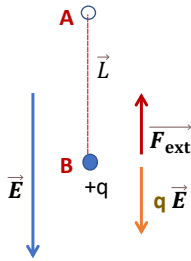
2

## Potencial eléctrico

### DESLOCAMENTO PARALELO AO CAMPO ELÉCTRICO

$$\Delta V = - \int_A^B \frac{\vec{F}_{ext}}{q} d\vec{L} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{L}$$

O deslocamento de A até B é paralelo ao campo eléctrico constante



$$\Delta V = - E \int_A^B d\vec{L}$$

$$\Delta V = - E L$$

A diferença de potencial  
é negativa ( $< 0$ )

A **variação da Energia Potencial**  
correspondente será dada por

$$\Delta EP = EP_B - EP_A = - qEL$$

i. é, quando uma **carga positiva** se desloca no sentido positivo do campo eléctrico a sua **energia potencial diminui**

MCE\_IM\_2021-2022

3

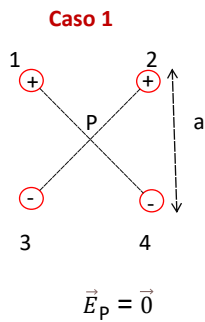
11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022

5

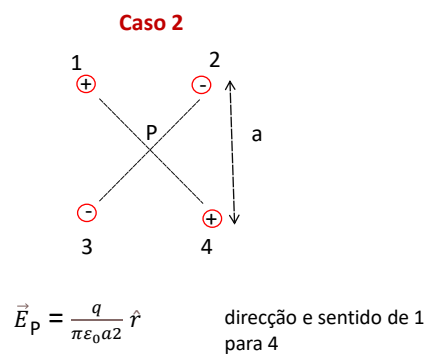
5. Quatro cargas  $+q, +q, -q, -q$  estão colocadas nos vértices dum quadrado de lado  $a$ .
- a) Determine, para os dois casos de distribuição das cargas, o campo eléctrico e o potencial no centro do quadrado.
- b) Escolha uma linha apropriada e verifique que  $\int_{\Gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$

a) Campo eléctrico no centro do quadrado ?



$$\vec{E}_P = \sum_{i=1}^4 \vec{E}_i$$

$$r = \frac{a}{2}\sqrt{2}$$



MCE\_IM\_2021-2022

6

6

11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022

11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022

11/25/2021

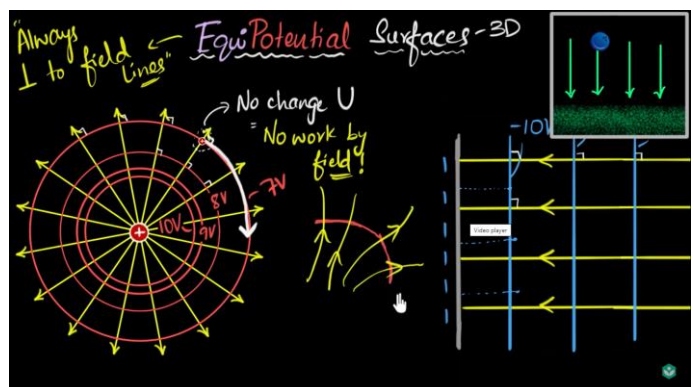
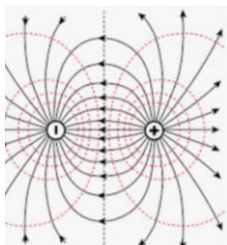
MCE\_IM\_2021-2022

9

## SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS

O que são e que propriedades têm?

- i. superfícies que contêm pontos com potencial igual
- ii. as linhas do campo eléctrico são perpendiculares às superfícies equipotenciais
- iii. o trabalho realizado para deslocar uma carga entre quaisquer pontos de uma superfície equipotencial é nulo



[Equipotential surfaces \(& why they are perpendicular to field\) | Electric potential | Khan Academy - Bing video](#)

MCE\_IM\_2021-2022

10

10

## FLUXO ELÉCTRICO

O fluxo eléctrico  $\Phi_E$  através de uma superfície  $S$  é proporcional ao número de linhas de campo eléctrico que atravessam essa superfície

Com um **campo eléctrico uniforme** tem-se

$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{S}$$

Com um **campo eléctrico não uniforme, ou com uma superfície não plana** tem-se

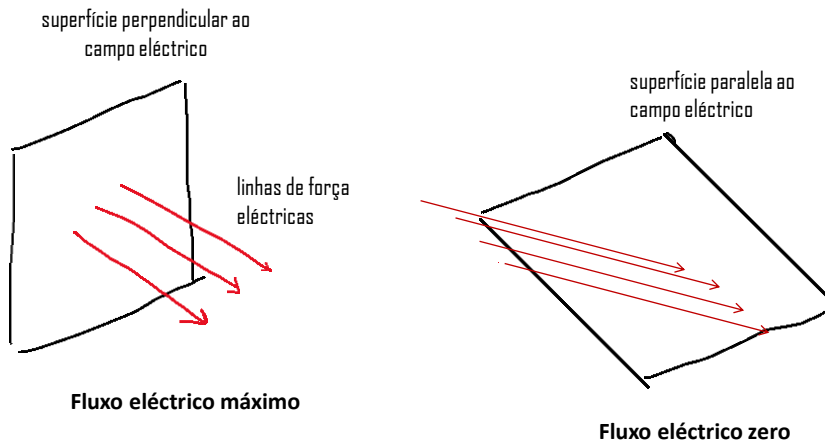
$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$d\vec{S}$  é um vector perpendicular a cada elemento de superfície

MCE\_IM\_2021-2022

11

11



12

## LEI DE GAUSS

O fluxo total  $\Phi_E$  através de **uma superfície fechada** é igual à carga total  $Q$  encerrada pela superfície vezes  $\frac{1}{\epsilon_0}$

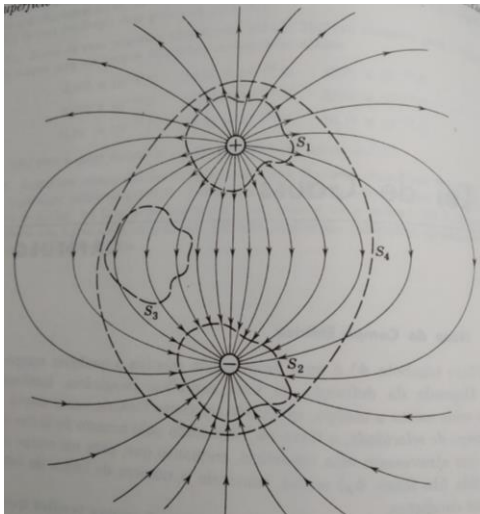
$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

A aplicação da lei de Gauss implica que conheçamos primeiramente a superfície em questão.

MCE\_IM\_2021-2022

13

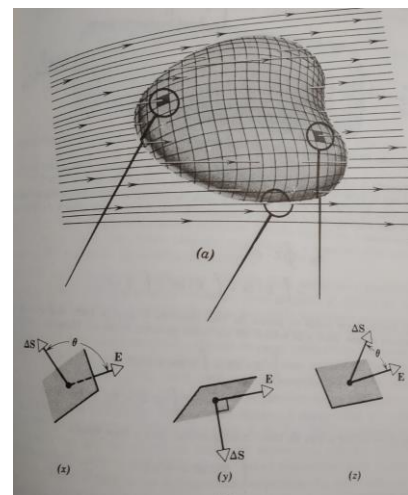
13



As superfícies a tracejado representam superfícies idealizadas imersas na região do campo eléctrico.  
In Halliday & Resnick, *Física*, II-1, 1974

MCE\_IM\_2021-2022

14



Superfície idealizada imersa num campo eléctrico e visão ampliada de 3 elementos da área da superfície. In Halliday & Resnick, *Física*, II-1, 1974

14

11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022

11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022



11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022

11/25/2021

MCE\_IM\_2021-2022

