


Física III 2022 (IQ) – Aula 3

Objetivos de aprendizagem

- Reconhecer situações físicas em que se aplica o conceito de carga elétrica.
- Reconhecer situações em que ocorre eletrização por atrito, indução em condutores e dielétricos, e condução de carga elétrica.
- Reconhecer e descrever situações em que objetos sofrem forças eletrostáticas de atração ou repulsão.
- Descrever como funciona um eletroscópio e como pode ser carregado um carga elétrica.
- Reconhecer situações em que há variação do campo elétrico com a distância.
- Reconhecer situações em que há distribuições de carga discretas ou contínuas.
- Descrever matematicamente distribuições de carga lineares, superficiais ou volumétricas.
- Descrever a relação entre distribuições contínuas e discretas.
- Reconhecer diferentes representações de elementos de área e de volume nos diversos sistemas de coordenadas.
- Reconhecer os versores associados às coordenadas nos diversos sistemas.

Eletrização por atrito



Pele humana	
Couro	
Pele de coelho	
Vidro liso	
Cabelo humano	
Fibra sintética	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Alumínio	
Papel ou papelão fino	
Algodão	
Madeira	
Âmbar	
Borracha dura	
Poliéster	
Isopor	
Filme PVC	
Poliuretano	
Polipropileno	
Silicone	
Teflon	

Série triboelétrica

Carga elétrica

Tales de Mileto ~585 A.C. (ambar)

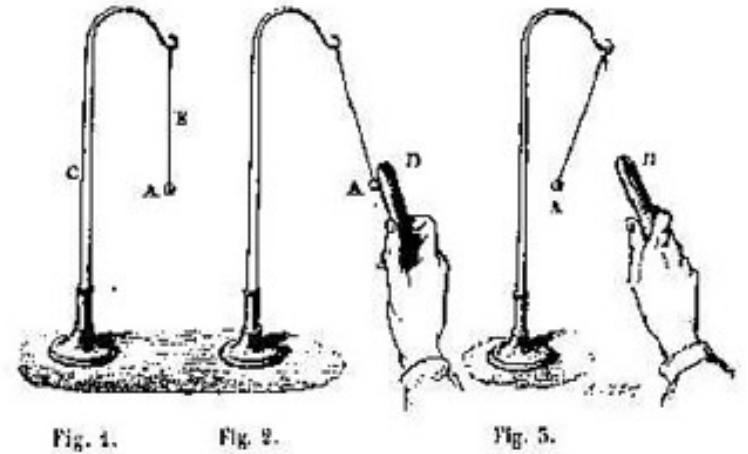
William Gilbert ~1600 (somente atração **x**)

Benjamin Franklin (+/-) ~ 1750 (atração e repulsão)

J.J. Thompson 1897 – elétron (e/m)

Robert Millikan e Harvey Fletcher 1909 – carga do elétron

...



Indução eletrostática

Condutores
Dielétricos

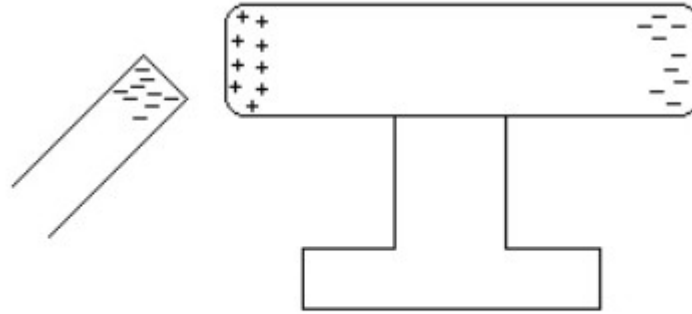


Figura 4.1: Indução eletrostática.

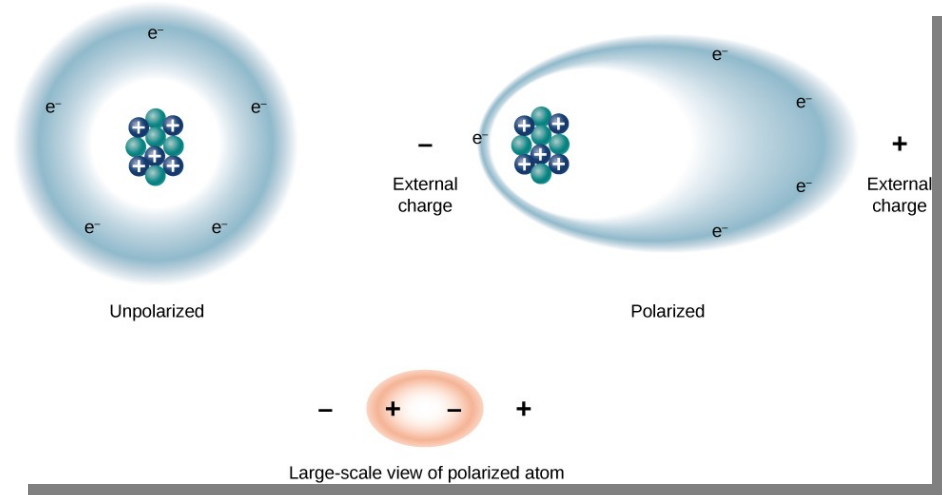
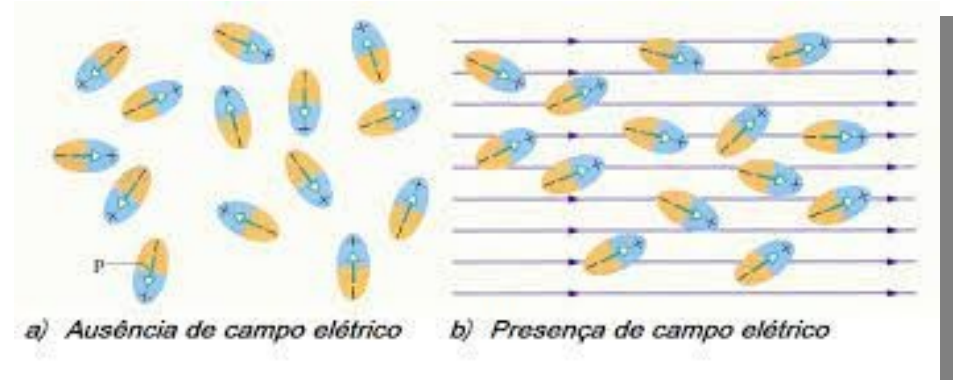
Polarização por indução



Figura 4.3: Polarização de moléculas.

Dieletricos

- Polarização
 - Moléculas polares: orientação
 - Apolares: dipolo molecular induzido



Polarização e força de atração



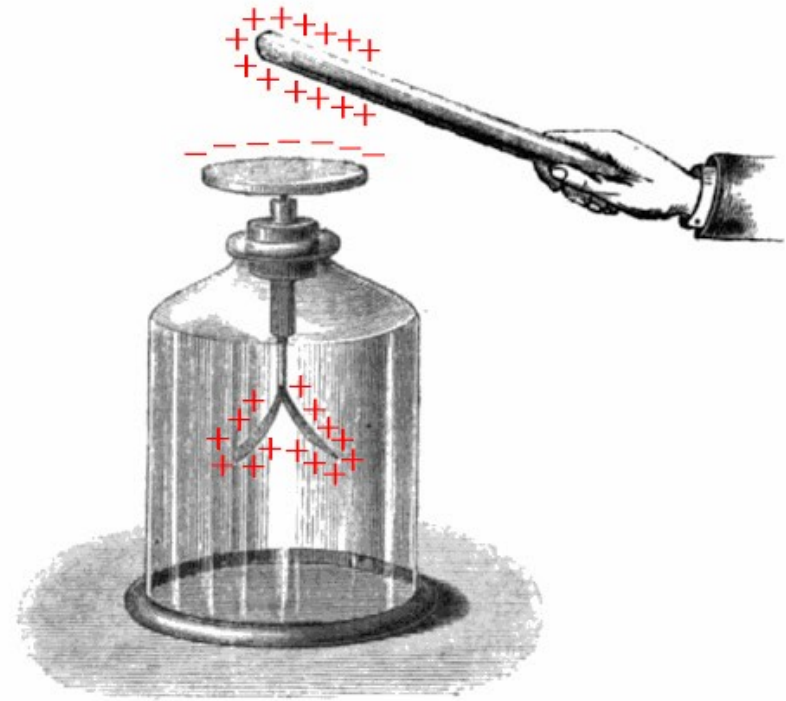
Figura 4.4: Um bastão carregado atrai um pedacinho de papel.

Eletrização por indução



Figura 4.2: Eletrização por indução.

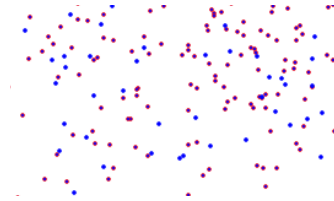
Eletroscópio



Vídeo - Link no moodle:
<https://edisciplinas.usp.br/mod/url/view.php?id=3468400>

Distribuições de carga

- Discreta



- Contínua

- Linear



- Superficial



- Volumétrica



Densidade linear: $\lambda(x)$

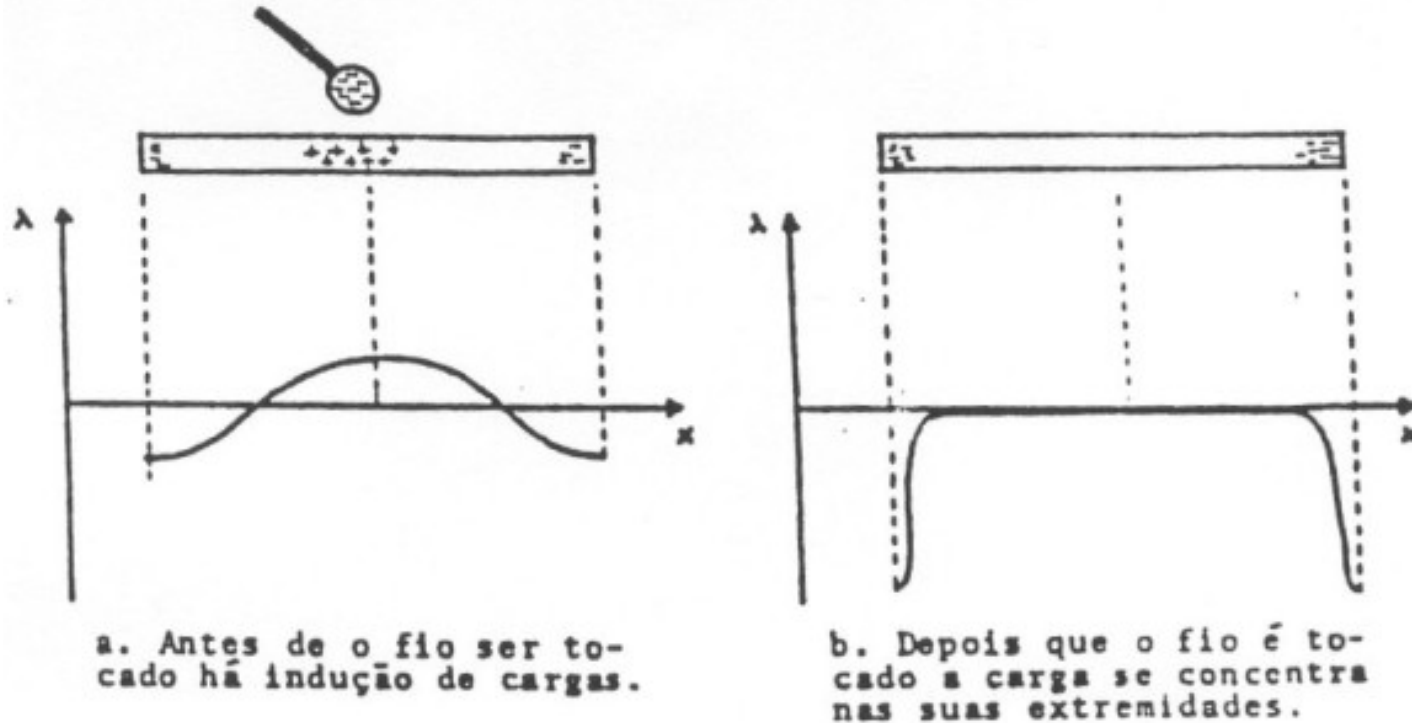


Figura 5.1: Densidade linear de cargas num fio de cobre.

Densidade linear (outro exemplo)

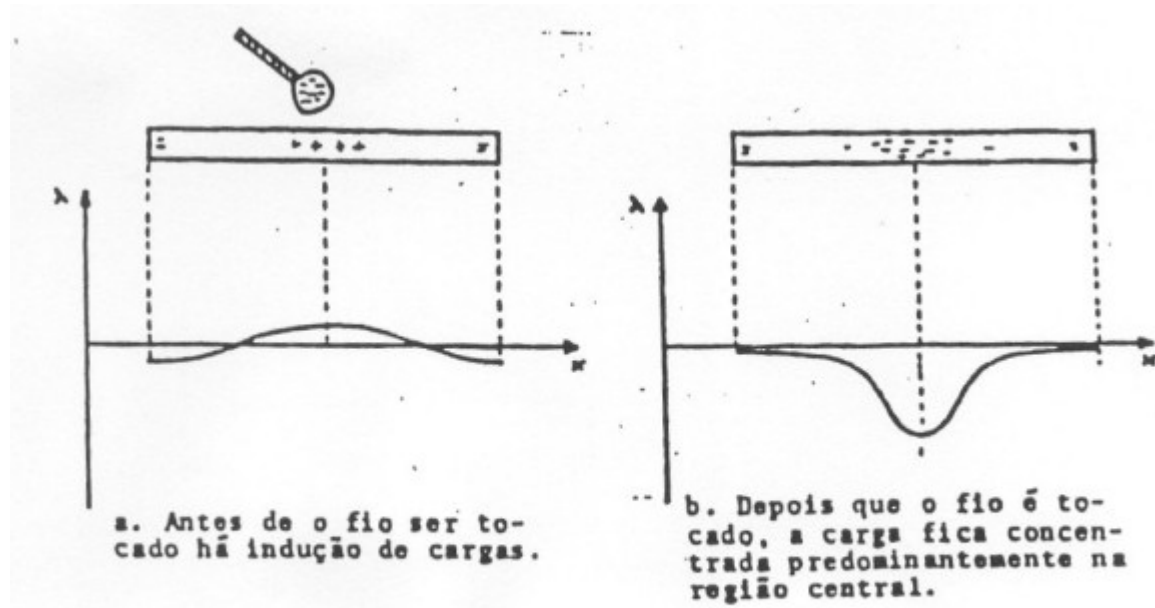
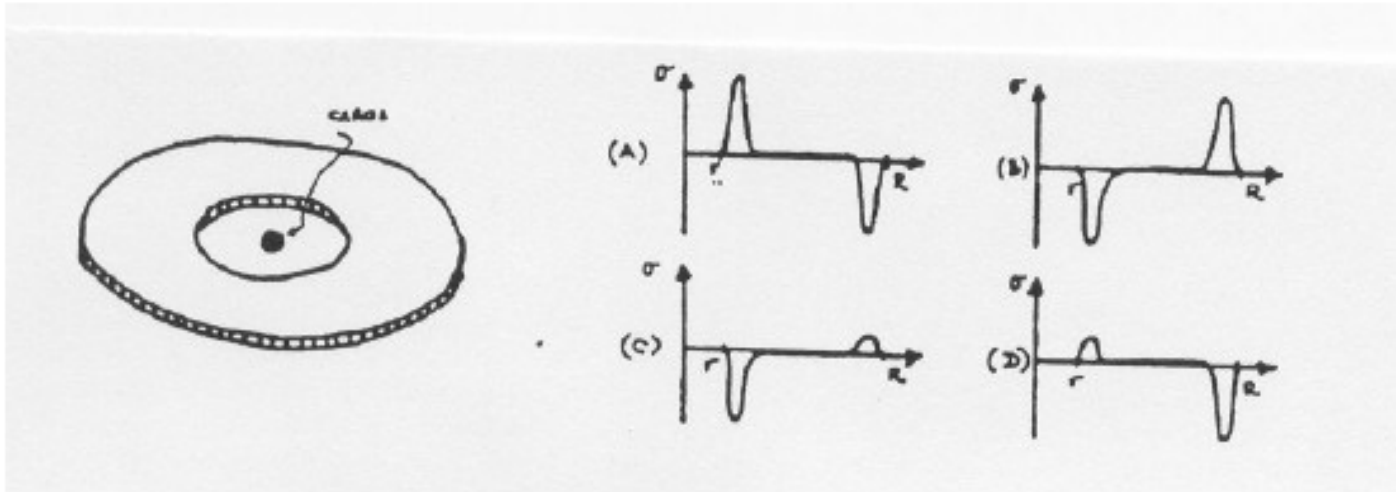


Figura 5.2: Densidade linear de cargas num fio de plástico.

Questão

4. Um disco metálico de raio R tem um orifício central de raio $r < R$, no centro do qual é colocada uma carga positiva que não toca a placa. Qual dos diagramas abaixo representa melhor a densidade superficial de carga do disco em função da distância ao centro?



Sistemas de coordenadas

- Bidimensionais
 - Cartesiano
 - Polar
 - Elementos de área
 - Tridimensionais
 - Cartesiano
 - Cilíndrico
 - Esférico
 - Elementos de volume
-
- Versores

Sistemas de coordenadas

- Cartesianas
 - Polares (2D)
 - 3D
 - Cartesianas 3D
 - Cilíndricas
 - Esféricas
- **Links no moodle**
- ← → [transformação?](#)

Elementos de área e volume

- 2D

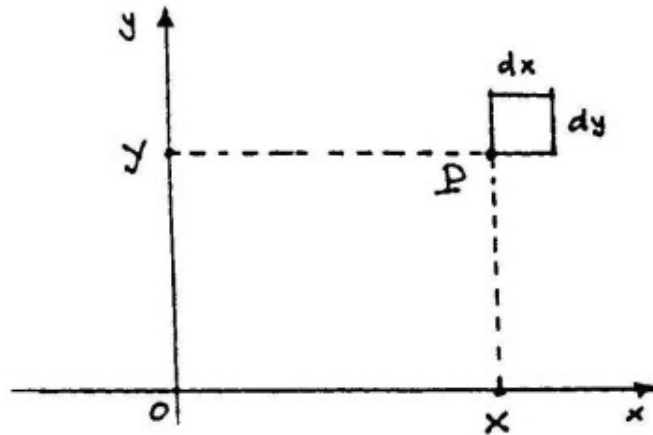
- Cartesianas
- Polares

- 3D

- Cartesianas
- Cilíndricas
- Esféricas

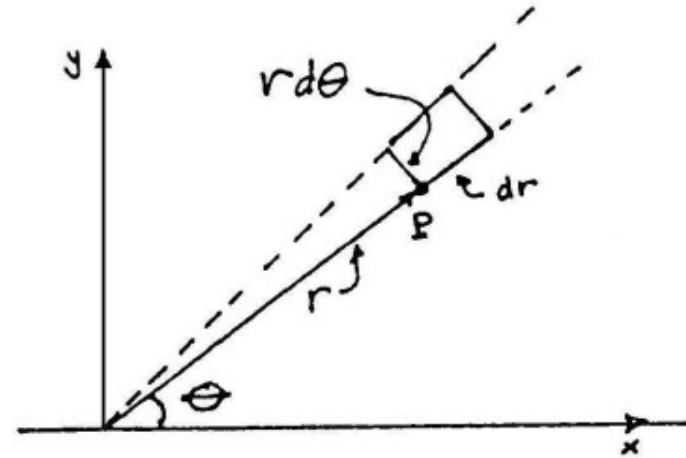
Elemento de área (2D)

- Cartesiano



(a)

- Polar

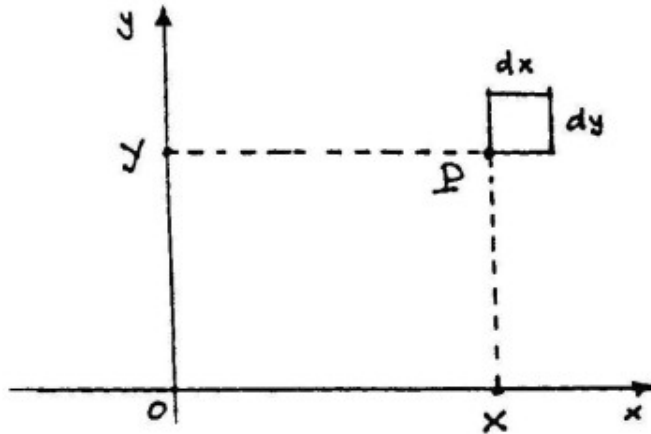


(b)

Figura 5.7: Sistemas de coordenadas bidimensionais: a) cartesiano; b) polar.

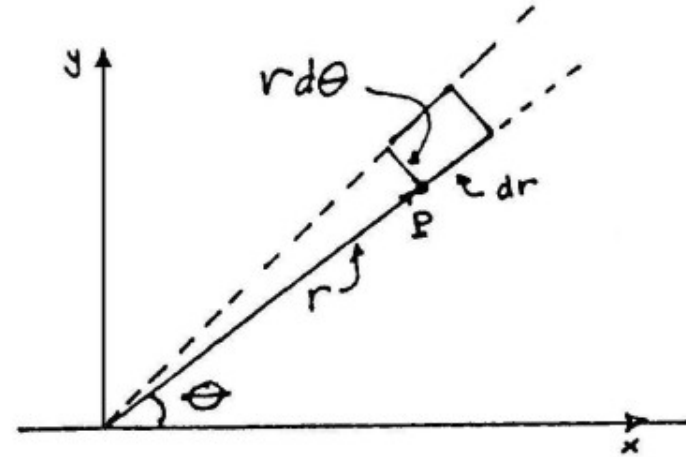
Elemento de área (2D)

- Cartesiano



(a)

- Polar



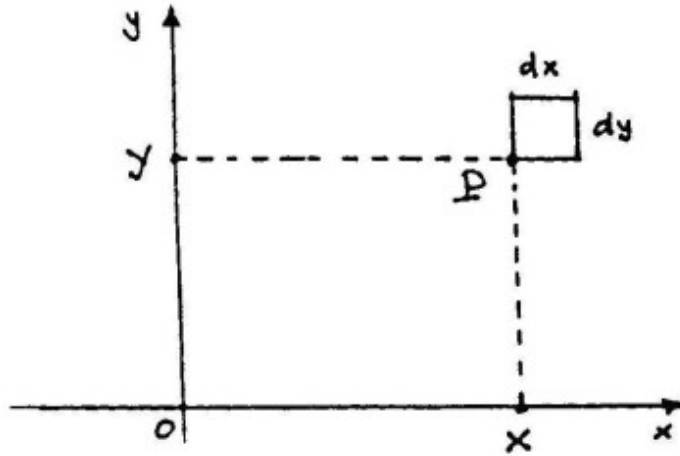
(b)

Qual é o “elemento de área” da (ou dS) em cada caso?

Figura 5.7: Sistemas de coordenadas bidimensionais: a) cartesiano; b) polar.

Elemento de área (2D)

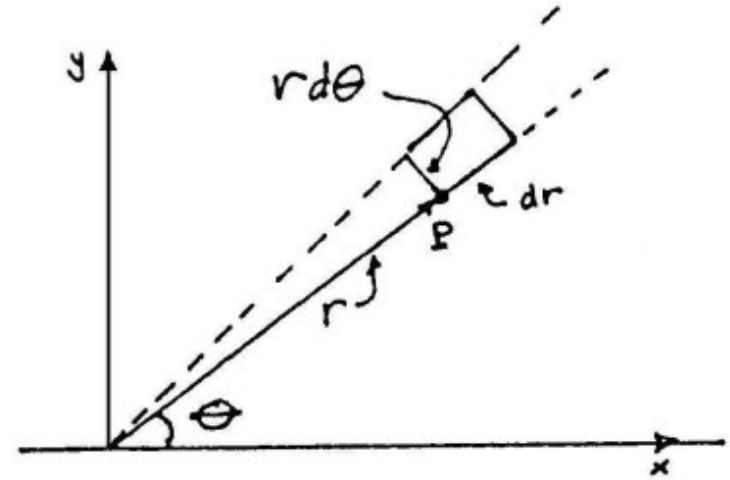
- Cartesiano



(a)

$$da = dx dy$$

- Polar



(b)

$$da = r d\theta dr$$

Figura 5.7: Sistemas de coordenadas bidimensionais: a) cartesiano; b) polar.

() Jacobiano da transformação $(x, y) \rightarrow (u, v)$

$$J = \frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial x}{\partial v} \\ \frac{\partial y}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial v} \end{vmatrix} \quad x = x(u, v), \quad y = y(u, v)$$

← determinante

$$\int \int_S f(x, y) dx dy = \int \int_S f(x(u, v), y(u, v)) |J| du dv$$

← módulo do jacobiano

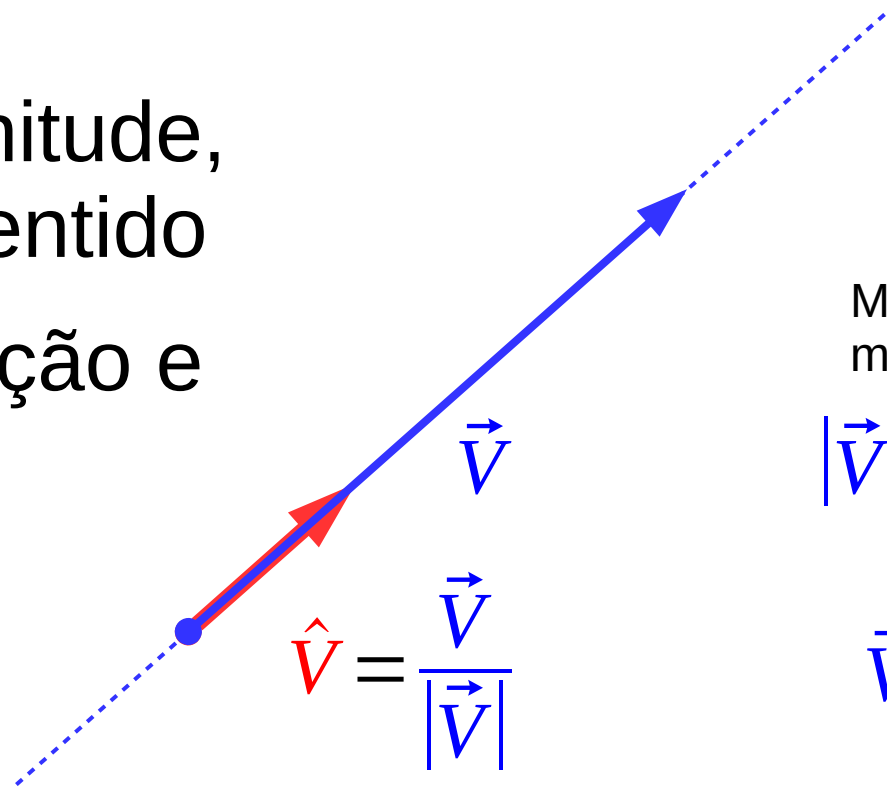
→ verificar se funciona no caso anterior: cartesianas → polares

Imagine e desenhe o elemento de volume

- Sistema:
 - Cartesiano
 - Cilíndrico
 - Esférico
- → (Jamboard?)

Versor

- **Vetor**: magnitude, direção e sentido
- **Versor**: direção e sentido



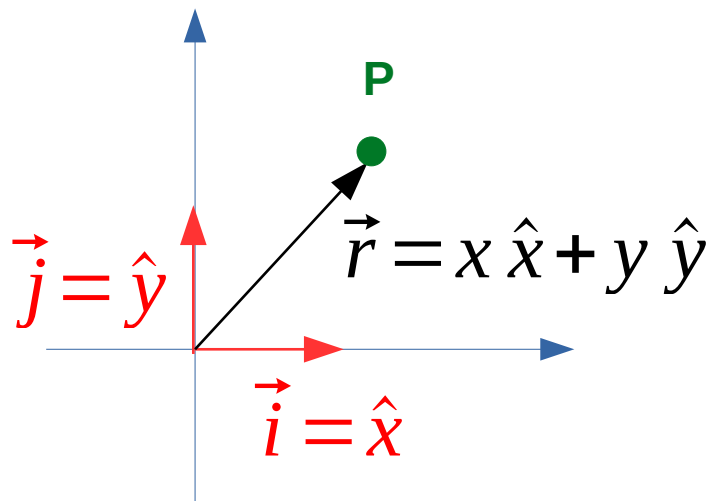
Magnitude ou
módulo:

$$|\vec{V}| = \sqrt{\vec{V} \cdot \vec{V}}$$

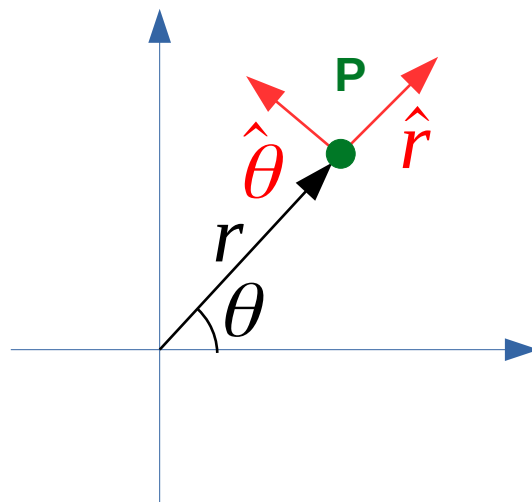
$$\vec{V} = |\vec{V}| \hat{V}$$

Versores

- Cartesianas



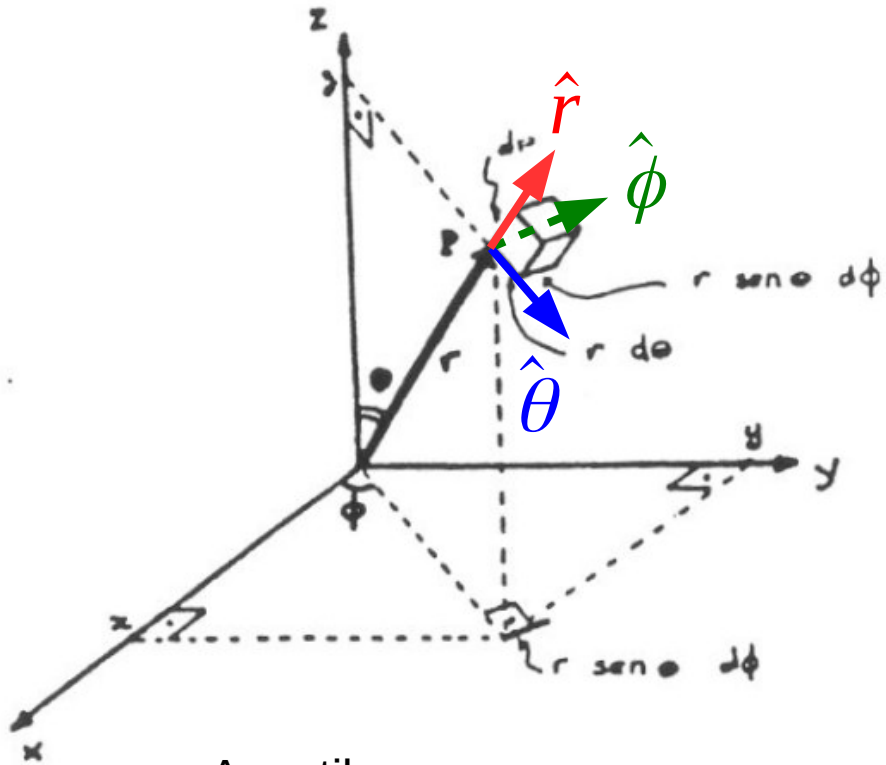
- Polares



$$\vec{r} = r \hat{r}$$

3D ?

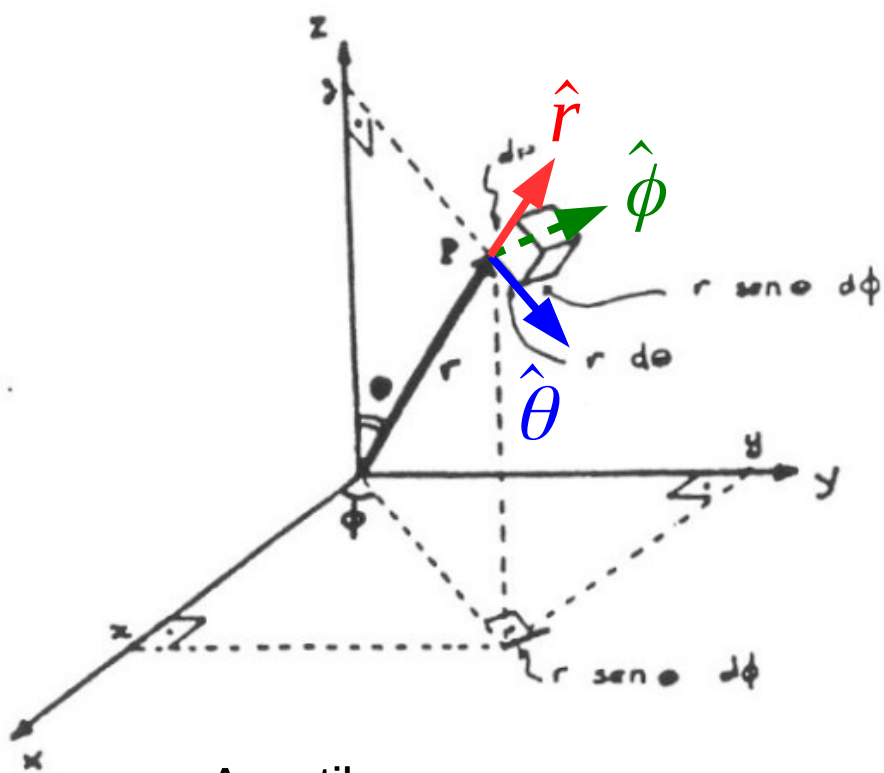
Esféricas



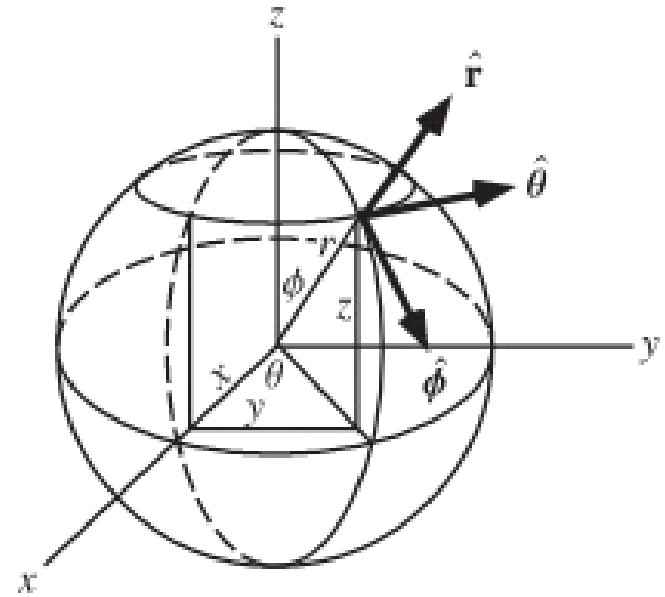
Apostila

Esféricas

(Obs.: duas convenções)



$\theta \Leftrightarrow \phi$
trocados



Apostila

<https://mathworld.wolfram.com/SphericalCoordinates.html>