

# DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS. CONCEITO ELEMENTAR DE CAMPO ELÉTRICO, FLUXO ELÉTRICO E DENSIDADE DE FLUXO ELÉTRICO

## Distribuição das Cargas Elétricas

Faraday observou que as cargas elétricas só se distribuem pela superfície externa dos corpos. Este fato é demonstrado facilmente por várias experiências simples, tal como a da **GAIOLA DE FARADAY**. Quando esta experiência foi feita pela primeira vez, pelo físico que lhe deu o nome, a gaiola tinha grandes dimensões, capazes de permitir a presença de uma pessoa em seu interior.

Faraday entrou na gaiola e providenciou para que recebesse carga elétrica. Pôde verificar então que só externamente podiam ser observados os efeitos da carga elétrica.

Experiências mais simples podem ser efetuadas com tubos de material bom condutor, esferas ocas metálicas, etc., e eletroscópios, demonstrando facilmente este conhecimento.

Além do exposto, cabe observar que as cargas adquiridas por corpos bons condutores não ficam limitadas às regiões friccionadas ou postas em contato com corpos carregados. Na realidade distribuem-se por toda a superfície externa dos corpos.

Nos materiais isolantes, porém, as cargas ficam restritas às áreas sub-

metidas a qualquer um dos processos de eletrização estudados no capítulo anterior. É por este motivo que as experiências referentes ao fenômeno da carga por fricção são feitas quase que unicamente com isolantes (bastões de vidro ou ebonite); já as experiências sobre cargas por indução são feitas com corpos bons condutores, possuidores de muitos elétrons livres.

Outro fenômeno importantíssimo é o da **DISTRIBUIÇÃO IRREGULAR** das cargas elétricas pela superfície do corpo. Observa-se que há sempre maior acúmulo de cargas nas pontas do corpo, nas arestas, nos vértices e nas regiões de maior curvatura. Nas partes planas a carga é sempre muito reduzida em relação às partes citadas. Esta distribuição irregular das cargas é consequência das ações mútuas entre elas, e é facilmente compreendida quando as forças são analisadas vetorialmente. Tal fenômeno é conhecido como **PODER DAS PONTAS**. Uma consequência desse fato é o chamado **VENTO ELÉTRICO**: devido à grande concentração de cargas nas pontas, as partículas de ar em contato com o corpo se eletrizam e são repelidas em seguida, produzindo o fenômeno em apreço. Esse deslocamento de ar pode ser observado por meio de várias

experiências simples, entre as quais a do torniquete elétrico.

### Densidade Elétrica Superficial

É o número de cargas elétricas por unidade de área. O valor desta grandeza, a não ser no caso de uma esfera, É SEMPRE MÉDIO.

A densidade elétrica superficial média é calculada com a expressão

$$D = \frac{Q}{S}$$

D = densidade elétrica em COULOMBS POR METRO QUADRADO (C/m<sup>2</sup>)

Q = carga do corpo em COULOMBS (C)

S = área da superfície externa do corpo, em METROS QUADRADOS (m<sup>2</sup>)

Da expressão acima conclui-se que

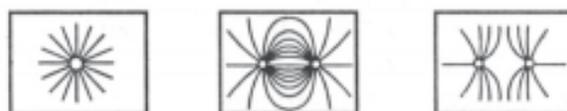
$$Q = D S \quad e \quad S = \frac{Q}{D}$$

### Campo Elétrico

Campo elétrico ou campo eletrostático é o espaço em torno de um corpo eletrizado, no qual se pode observar as ações que o corpo carregado é capaz de exercer sobre outros corpos carregados ou não. Teoricamente, a ação de um corpo com carga elétrica se estenderia ao infinito, porém na prática o campo é limitado pela possibilidade de observação de qualquer ação.

Para visualizar um campo elétrico, dando idéia de sua grandeza e de sua forma, Faraday foi o primeiro a utilizar

linhas, que denominou LINHAS DE FORÇA. O número de linhas é, por convenção, igual ao número de cargas apresentadas pelo corpo. Cada linha de força é um segmento de reta perpendicular à superfície do corpo, no ponto a partir do qual é traçada, indicando deste modo a trajetória que seria seguida por uma carga elétrica se fosse atraída ou repelida pelo corpo eletrizado. Além disso, as linhas podem indicar a forma do campo, que depende da distribuição das cargas.



REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CAMPOS ELÉTRICOS

FIG. VIII-1

O número total de linhas usadas para representar graficamente um campo elétrico é chamado FLUXO ELÉTRICO ( $\psi$ ). Como sabemos, a quantidade de linhas é igual à de cargas elétricas, de modo que o fluxo elétrico (ou eletrostático) é expresso pelo mesmo valor e, por conveniência, na mesma unidade: COULOMB.

Em muitos casos é extremamente útil considerar o número de linhas de força por unidade de área. Esta relação é conhecida com DENSIDADE DE FLUXO ELÉTRICO, calculada com a expressão

$$D = \frac{\psi}{S}$$

donde concluímos que

$$\psi = D S \quad e \quad S = \frac{\psi}{D}$$

$D$  = densidade de fluxo elétrico, em  $C/m^2$

$S$  = área “atravessada” pelas linhas de força, em  $m^2$

$Y$  = fluxo elétrico em  $C$ .

A ação de um campo elétrico se faz sentir num determinado sentido. Por esta razão convencionou-se um sentido para as linhas de força, baseado na ação que sofreria uma carga de prova positiva, se fosse aproximada de um corpo eletrizado positivamente. Assim, as linhas de força em um corpo com carga positiva recebem setas, indicando que elas “saem” do corpo. O contrário acontece com um corpo carregado negativamente.

#### Lei de Du Fay e Lei de Coulomb

A Lei de Du Fay diz que “CARGAS DE SINAIS IGUAIS SE REPELEM, E CARGAS DE SINAIS OPOSTOS SE ATRAEM”.

As intensidades das forças de atração ou de repulsão podem ser determinadas com auxílio da LEI DE COULOMB, cujo enunciado é o seguinte:

“A FORÇA DE ATRAÇÃO OU DE REPULSÃO ENTRE CORPOS ELETRIZADOS É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO PRODUTO DE SUAS CARGAS, É INVERSAMENTE PROPORCIONAL AO QUADRADO DA DISTÂNCIA ENTRE ELES E DEPENDE TAMBÉM DO MEIO EM QUE OS CORPOS SE ENCONTRAM”.

O estudo da equação referente a esta lei e a sua aplicação serão feitos em outro capítulo deste livro.

#### EXEMPLOS:

1 – Um corpo tem uma superfície de  $0,02 m^2$  e recebeu uma carga de  $0,005 C$ . Determinar a sua densidade elétrica superficial média.

#### SOLUÇÃO:

$$D = \frac{Q}{S} = \frac{0,005}{0,02} = 0,25 C/m^2$$

2 – Um condutor adquiriu uma carga de  $-5 C$ . Sabendo que sua densidade elétrica é de  $0,25 C/m^2$ , determinar sua superfície externa.

#### SOLUÇÃO:

$$S = \frac{Q}{D} = \frac{5}{0,25} = 20 m^2$$

3 – Que carga deve adquirir um corpo com  $0,005 m^2$  de superfície externa, para que sua densidade elétrica seja de  $0,02 C/m^2$ ? Qual será sua densidade de fluxo elétrico?

#### SOLUÇÃO:

$$Q = D S = 0,02 \times 0,005 = 0,0001 C$$

Densidade de fluxo = densidade de carga =  $0,02 C/m^2$