

Universidade Federal do ABC

BC0302 Fenômenos Eletromagnéticos

Aula 1: Revisão histórica; propriedade das cargas elétricas; isolantes e condutores

Prof. Ricardo Caneloi dos Santos
ricardo.santos@ufabc.edu.br

- **Objetivos gerais da disciplina**

Inicialmente, apresentar os fundamentos de eletromagnetismo com uma abordagem matemática que abrange os conceitos de limite, derivadas e integrais. Posteriormente, revisar tais conceitos, evidenciando suas aplicações, de forma a exercitar o raciocínio lógico-dedutivo do aluno.

- **Professores (teoria)**

3D1: Regina Keiko Murakami

3D2: Ricardo Caneloi dos Santos

Terça-feira das 10h00 às 11h40 e Quinta-feira das 8h00 às 9h40

- **Professores (exercícios)**

Maximiliano U. Tonino

Alfredo Del Sole Lordelo

Sexta-feira das 14h00 às 15h40

- **Avaliação**

P_1 , P_2 e uma P_{sub} aberta com conteúdo de toda a matéria da disciplina. Ela tem caráter repositório, quando na perda de P_1 ou P_2 , ou substitutivo, quando o intuito for de melhorar o conceito final.

1- $M_{final} = 0,4.P_1 + 0,6.P_2$ ou $0,4.P_1 + 0,6.P_{sub}$

2- $M_{final} = 0,4.P_2 + 0,6.P_{sub}$ ($P_{sub} > P_2$)

3- $M_{final} = 0,6.P_2 + 0,4.P_{sub}$ ($P_{sub} < P_2$)

Conceito	Descrição
A	Aproveitamento acima de 85% (desempenho excepcional)
B	Aproveitamento entre 65% e 85% (bom desempenho)
C	Aproveitamento entre 50% e 65% (desempenho adequado)
D	Aproveitamento entre 40% e 50% (desempenho mínimo)
F	Aproveitamento abaixo de 40% - reprovado
O	Reprovado por falta - reprovado

- **Observações**

1- As listas de exercícios ficarão disponíveis na xerox e no site da disciplina;

2- O horário de monitoria será definido pelos professores de exercícios.

- **Bibliografia**

Serway, R. A. e Jewett Jr., J. W., Princípios de Física, Vol. 3, Ed. Thomson Learning.

- **Referências complementares**

Halliday, D., Resnick R. e Walker, J., Fundamentos de Física, Vol. 3, 6ª ed., Ed. LTC

Tipler, P. A. e Mosca, G., Física, Vol. 2, 5ª edição, Ed. LTC.

Chaves, A., Física, Vol. 2, 5ª edição, Ed. Reichmann & Affonso.

Forças Elétricas e Campos Elétricos

Familiarização com os efeitos elétricos

- Aderência estática entre peças de roupas
- Faísca quando em contato com peça metálica
- Aparelhos que funcionam a partir da energia das concessionárias

Objetivos do capítulo

- Revisão das propriedades básicas da força eletrostática
- Revisão das propriedades do campo elétrico associado com partículas carregadas estacionárias
- Campo elétrico associado a uma distribuição contínua de carga e seu efeito sobre outras partículas carregadas

Histórico

Por volta de 2000 A.C., conforme documentos, na china o magnetismo já era conhecido.

Por volta de 700 A.C., os gregos observaram fenômenos elétricos e magnéticos.

- Estes descobriram que um pedaço de âmbar, quando friccionado, atraía pedaços de palha ou penas;
- A existência de forças magnéticas foi conhecida quando observou-se que partes de uma pedra natural chamada *magnetita* eram atraídas pelo ferro.

O termo *elétrico* vem do grego para âmbar, *elektron*. Já o termo *magnético* vem de *magnésia*, na costa da Turquia, onde a *magnetita* foi encontrada.

Em 1600, o inglês Willian Gilbert descobriu que a eletrificação não estava limitada ao âmbar, mas era um fenômeno geral.

Em 1785, Charles Coulomb confirmou a lei do inverso do quadrado para a força eletrostática.

Histórico (cont.)

Em meados do sec. XIX os cientistas estabeleceram que a eletricidade e o magnetismo são fenômenos relacionados.

Em 1820, Hans Oersted descobriu que uma agulha de bússola (que é magnética) é desviado quando colocada próxima de uma corrente elétrica.

Em 1831, Michael Faraday (na Inglaterra) e, quase simultaneamente, Joseph Henry (nos Estados Unidos) mostraram que quando se move um fio condutor perto de um ímã, uma corrente elétrica é observada no fio.

Em 1873, James Clerk Maxwell formulou as leis do eletromagnetismo.

Por volta de 1888, Heinrich Hertz produziu ondas eletromagnéticas no laboratório. Essa descoberta foi seguida por desdobramentos práticos como o rádio e a televisão.

Observações:

As leis de Maxwell são comparáveis as leis de Newton, pois são básicas para todas as formas de fenômenos eletromagnéticos.

As leis da eletricidade e do magnetismo desempenham um papel central na operação de equipamentos eletroeletrônicos.

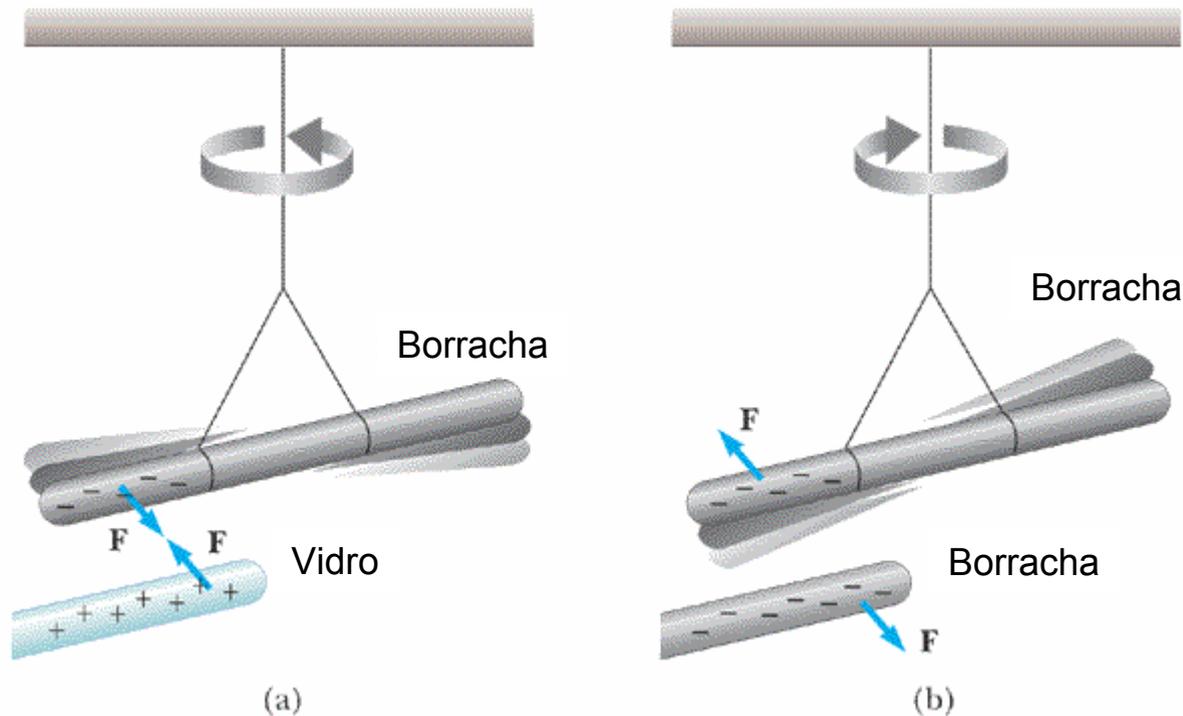
As forças interatômicas e intermoleculares responsáveis pela formação dos sólidos e dos líquidos tem origem elétrica.

Propriedade das Cargas Elétricas

- Inúmeras experiências simples demonstram a existência de forças eletrostáticas. Por exemplo, friccionar um balão em seu cabelo em um dia seco torna o balão e seu cabelo **eletricamente carregados**.
- A umidade excessiva no ar pode fornecer uma via para a carga escapar do corpo carregado.



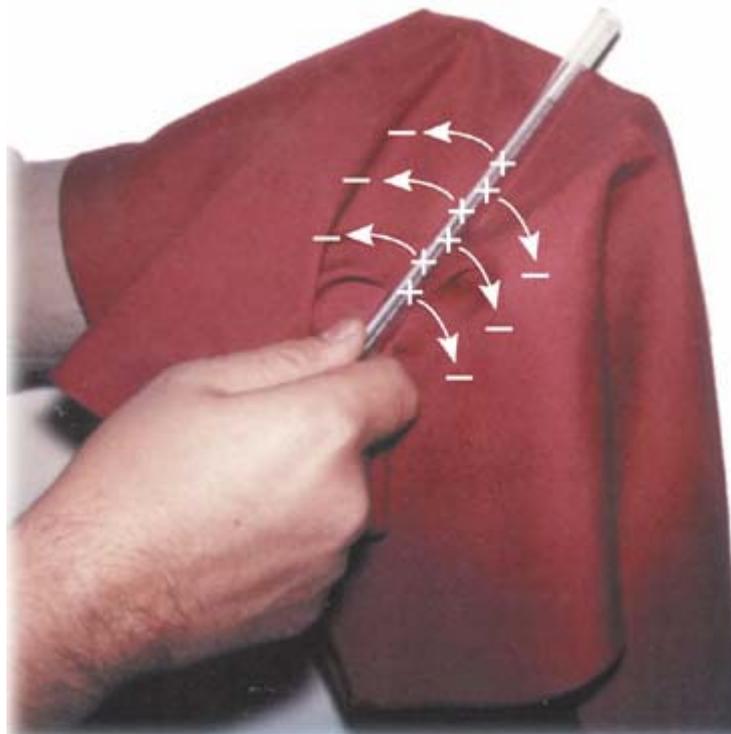
- As experiências demonstram que há dois tipos de cargas elétricas, chamadas por Benjamin Franklin de **positiva** e **negativa**. A figura a seguir ilustra a interação entre essas duas cargas.



- A haste de borracha carregada negativamente é atraída por uma haste de vidro carregada positivamente e repelida por outra haste de borracha carregada negativamente.

- **Cargas iguais se repelem e cargas diferentes se atraem.**
- É importante ressaltar que o termo “cargas iguais” significa duas cargas com o mesmo sinal, não significando necessariamente amplitudes idênticas.
- A carga resultante em um **sistema isolado** sempre é conservada – não há transferência de carga por intermédio da fronteira do sistema.
- Devido a **conservação da carga elétrica** para um sistema isolado, quando dois corpos inicialmente neutros são carregados (esfregados entre si), não é criada carga no processo. Um corpo ganha uma quantidade de carga negativa igual a carga negativa perdida pelo outro corpo, que fica com carga positiva.

- Quando a haste de vidro é friccionada contra a seda, elétrons são transferidos do vidro para a seda. Em função da conservação de carga, cada elétron adiciona carga negativa a seda, e uma carga positiva igual é deixada na haste.



- Como as cargas são transferidas em quantidades discretas, as cargas nos corpos são: $\pm 1e$, $\pm 2e$, $\pm 3e$, etc
- Um corpo condutor não carregado contém um grande número de elétrons (aprox. 10^{23} por cm^3), entretanto para cada elétron (-) também existe um próton (+). Assim um corpo não carregado não tem carga resultante de um ou outro sinal.

Isolantes e Condutores

Condução Elétrica: Deslocamento de carga dentro de um corpo.

Condutores: Materiais nos quais as cargas se deslocam de maneira relativamente livre (p. ex. cobre e alumínio).

Isolantes: Materiais nos quais as cargas não se deslocam livremente (p. ex. borracha e vidro).

Isolantes e Condutores (cont.)

Quando um isolante é carregado por atrito, apenas a área friccionada é carregada, e a carga não tende a se deslocar para outras regiões.

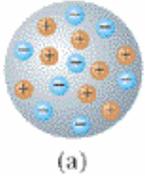
Quando um condutor é carregado em alguma região pequena, a carga distribui-se prontamente sobre toda a superfície do material.

Para carregar uma haste de cobre por atrito é necessário segurá-la com um isolante, pois caso contrário a carga fluirá pela haste, através do seu corpo, e seguirá para a terra.

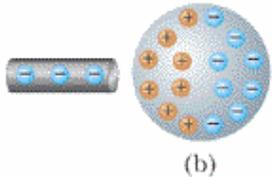
Semicondutores: Materiais com propriedades elétricas que estão entre as propriedades dos condutores e isolantes (p. ex. silício e germânio).

Carga por Indução

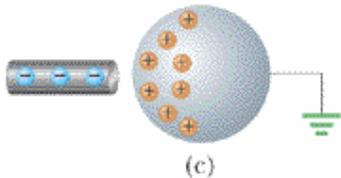
Condutor aterrado: conectado à terra através de fio condutor.



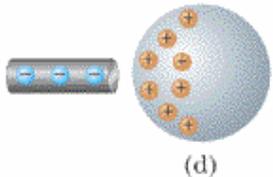
a- Uma esfera metálica neutra, com números iguais de cargas positivas e negativas



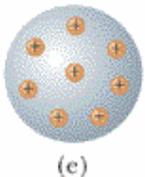
b- Redistribuição de carga na esfera devido a haste de borracha carregada negativamente



c- Quando a esfera é aterrada os elétrons fluem para a terra através do condutor



d- Quando a conexão com a terra é removida, resta um excesso de cargas + distribuídas de forma não uniforme



e- Removendo a haste, a carga positiva se distribui de forma uniforme na superfície da esfera

Carga por Indução (cont.)

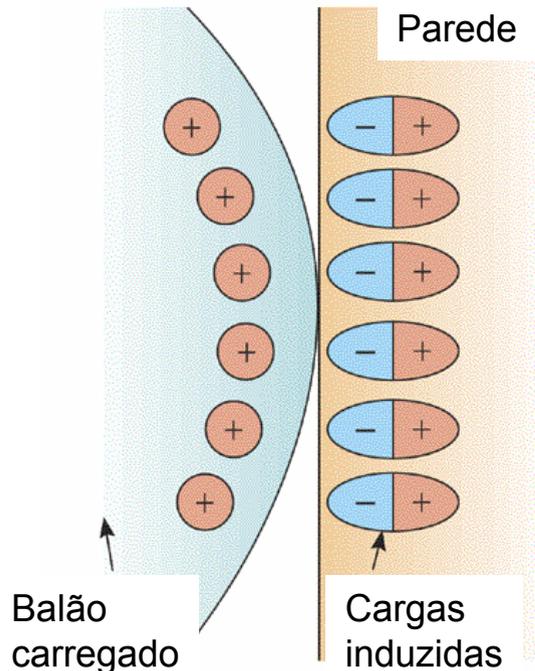
A haste não perde carga negativa, pois não há contato com a esfera.

A carga por indução não requer contato entre os corpos, diferentemente da carga por atrito.

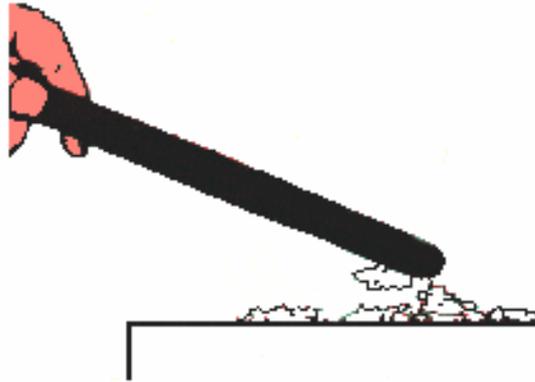
Polarização: efeito provocado pelas forças de atração e repulsão que um corpo carregado exerce em um corpo neutro (posição média da carga positiva e negativa coincidem), resultando em uma carga mais positiva em um lado do corpo do que no outro.

A polarização produz uma camada de carga na superfície do isolante, justificando por que um pente atritado com cabelo atrai pequenos pedaços de papel, ou por que um balão atritado com o cabelo pode ficar aderido a uma parede neutra.

Carga por Indução (cont.)



(a)



(b)

(a) Um balão carregado induz cargas sobre a superfície de uma parede. Devido a proximidade entre as cargas (+) e (-) a força de atração é maior que a força de repulsão.

(b) O pente carregado atrai pequenos pedaços de papel porque as cargas são deslocadas no papel, que é neutro, mas polarizado.

- Se o sistema da figura a seguir for perturbado, retornará a configuração apresentada? O que pode acontecer?



A configuração mostrada é instável e, portanto, qualquer perturbação fará com que a repulsão cause uma rotação adicional. As três configurações possíveis são:

a- estável

b- equilíbrio e instável

c- estável



(a)



(b)



(c)