



Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Campus Blumenau - BNU
Centro Tecnológico, de Ciências Exatas e Educação - CTE
Departamento de Ciências Exatas e Educação – CEE
Física Experimental III – BLU6210

Experimento 01 – Carga elétrica

Introdução

A carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria. Os primeiros estudos sobre eletricidade aconteceram na Grécia antiga, em torno de 600 a.C., através de experimentos envolvendo a fricção de diferentes materiais. Essa eletrização por fricção ou atrito envolve a transferência de elétrons de um objeto para outro, tornando-os eletricamente carregados. Considerando dois pares de dois materiais diferentes e friccionando-os isoladamente, após a fricção observa-se que os materiais iguais se repelem e os materiais diferentes se atraem, o que sugere a existência de dois tipos de cargas elétricas, atualmente denominadas de positiva e negativa. Para um objeto tornar-se positivamente carregado ele deve perder elétrons, já para um objeto tornar-se negativamente carregado ele deve adquirir elétrons.

Outra constatação empírica importante reflete a natureza das interações entre as cargas elétricas. Foi observado que cargas de sinais iguais se repelem e cargas de sinais diferentes se atraem, o que significa que existe uma força de interação entre estas, sendo a interação repulsiva se as cargas interagentes são de mesmo sinal e atrativa se as cargas são de sinais contrários.

É possível classificar os materiais como condutores ou isolantes, dependendo do comportamento das cargas em seu interior. O condutor permite o movimento de cargas no material, ou seja, as cargas podem se deslocar ou serem transmitidas através do condutor. Nos materiais isolantes as cargas tendem a permanecer retidas.

Quando dois objetos não condutores neutros são atritados entre si, essa fricção provoca a eletrização dos dois objetos, que apresentam cargas de mesmo valor e de sinais opostos, sendo que o objeto que tem elétrons mais fortemente recebe elétrons do outro. O número total de elétrons do sistema permanece constante, ou seja, elétrons apenas se movem de um objeto para o outro e não há criação ou o desaparecimento de elétrons. Globalmente, o sistema permanece com carga líquida nula.

O módulo da carga de um próton é idêntico ao de um elétron ($e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$). Átomos geralmente possuem o mesmo número de prótons e elétrons, o que os torna eletricamente neutros, e assim também a maioria dos objetos ao nosso redor.

Além da eletrização por atrito, um corpo pode se tornar carregado eletricamente através dos processos de contato ou indução. Na eletrização por contato, um corpo previamente carregado entra em contato com outro eletricamente neutro. Parte da carga do corpo carregado é transferida para o corpo neutro, que passa, assim, a ficar eletrizado com carga de mesmo sinal.

Já na eletrização por indução, um corpo carregado é colocado próximo ao corpo neutro, porém sem que haja contato entre eles. As cargas do objeto carregado exercem forças nos prótons e elétrons do outro objeto, forçando essas cargas a moverem-se no objeto neutro. Devido à migração interna de elétrons, um lado do objeto neutro torna-se carregado positivamente e o outro negativamente. Essa condição é chamada de polarização, uma palavra que se refere ao objeto tendo dois “polos”, ou lados opostos com diferentes estados elétricos, entretanto, o objeto como um todo permanece neutro. Se o objeto polarizado for colocado em contato com um condutor, parte da carga será transferida. Se o condutor for posteriormente removido, o objeto ficará com uma carga líquida diferente da carga inicial.

A eletrização por indução também pode ser realizada utilizando-se um aterramento. Se o objeto polarizado for mantido próximo ao objeto carregado e este for ligado a um fio terra, ao cortar a ligação e afastar o objeto carregado, o corpo anteriormente neutro se tornará eletrizado com carga de sinal contrário ao do corpo previamente carregado.

Em relação ao comportamento de condutores eletricamente carregados, quando as cargas em excesso (elétrons ou prótons) estão em repouso neste, todo o seu volume sólido possui o mesmo potencial. Nesse estado, a carga excedente se distribui sempre na superfície do condutor, nunca em seu interior, devido à força de repulsão entre cargas de mesmo sinal.

Considerando uma superfície arbitrária de um condutor, é possível aproximar esta a um conjunto de diferentes esferas equipotenciais e analisar o que ocorre com a carga em excesso na superfície do condutor. Como o potencial para cargas puntiformes ou esferas é linearmente proporcional à carga e inversamente proporcional à distância e considerando que a densidade superficial de cargas de uma esfera é inversamente proporcional ao quadrado do raio (dada por $\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$), a distribuição de cargas em uma superfície equipotencial é inversamente proporcional ao raio de curvatura da superfície e, assim, as cargas tendem a se concentrar em locais onde a superfície é mais curvada (menor raio). Dessa forma, em um condutor de formato qualquer, a densidade de carga superficial é geralmente não uniforme.

Nesse experimento será investigado qualitativamente o comportamento das cargas elétricas, além dos processos de eletrização por atrito, contato e indução. Além disso, também será verificado como a carga elétrica se distribui em condutores de diferentes geometrias.

Objetivos

- Investigar a natureza da eletrização de um objeto por atrito, contato e indução;
- Demonstrar o princípio de conservação da carga elétrica;
- Analisar o modo como a carga se distribui ao longo de uma superfície condutora.

Resumo do Experimento

Nos procedimentos A, B e C serão apresentados, respectivamente, os processos de eletrização por atrito, contato e indução. Para esses procedimentos, serão utilizadas duas superfícies de materiais diferentes que serão atritadas. A partir de uma gaiola de Faraday ligada a um eletrômetro, será medida a tensão entre as folhas da gaiola (a carga está relacionada com a tensão). Cada um dos procedimentos apresenta diferentes etapas a serem seguidas, ilustrando cada um dos processos de eletrização. Nos procedimentos D, E, e F, serão utilizados dois condutores carregados de geometrias diferentes (esférica e oval) para analisar como ocorre a distribuição de carga.

Materiais

Os materiais utilizados nesse experimento fazem parte do conjunto de cargas eletrostáticas da empresa PASCO (Electrostatic Charge Experiment – EX-5532) e estão listados a seguir:

- Charge Producers and Proof Plane ES-9057C – conjunto com três planos de prova;
- Basic Electrometer ES-9078A – Eletrometro;
- Faraday Ice Pail ES-9042A – Gaiola de Faraday;
- Conductive Shapes ES-9061 – Condutor de forma oval desse conjunto;
- Electrostatics Voltage Source ES-9077 – fonte de tensão eletrostática;
- Conductive Spheres ES-9059C – conjunto de esferas condutoras de 13 cm de diâmetro;
- Cabos de conexão com extremidades olhal, banana e jacaré.

ATENÇÃO: Realizar cada procedimento o mais rápido possível, para minimizar a migração de carga para o ambiente.

Procedimento Experimental

1) Procedimento A: Eletrização por atrito

- Coloque o eletrometro na escala 30 V (a escolha da escala depende da umidade do ar e, possivelmente, você terá que utilizar outra escala. Verifique a sensibilidade do eletrometro, e se necessário, reduza a escala);
- Aterre a gaiola de Faraday e os discos geradores de carga (encostando-os nos dedos ou na palma da mão conforme ilustrado na Figura 01, no caso do eletrometro é possível utilizar o botão “ZERO”);
- Atrite os discos branco e azul marinho com intensidade moderada por aproximadamente 10 segundos;
- Imediatamente após o atrito, insira e mantenha um dos discos dentro da gaiola de Faraday (sem encostar nela) enquanto mantém o outro disco isolado fora da gaiola;
- Registre a tensão medida na Tabela I;
- Remova rapidamente o primeiro disco da gaiola e insira a seguir o outro disco;
- Registre a tensão medida na Tabela I;
- Repita todo o procedimento duas vezes, completando a Tabela I.

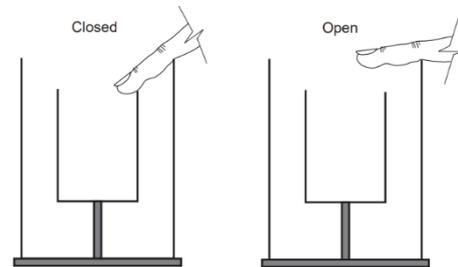


Figura 01: Aterramento da gaiola de Faraday.

2) Procedimento B: Eletrização por contato

- Repita os passos de a) à c) do procedimento A.
- Imediatamente após o atrito, insira um dos discos dentro da gaiola de Faraday e em seguida encoste-o nela;
- Remova o disco e registre a tensão medida na Tabela II;
- Aterre a gaiola e insira o outro disco em seu interior, encostando nela e repetindo o passo c);
- Repita todo o procedimento duas vezes, completando a Tabela II.

3) Procedimento C: Eletrização por indução

- Repita os passos de (a) à (c) do procedimento A.
- Imediatamente após o atrito, insira e mantenha um dos discos dentro da gaiola de Faraday (sem encostar nela) enquanto mantém o outro disco isolado fora da gaiola;
- Aterre a gaiola de Faraday (com o dedo);
- Remova o aterramento da gaiola de Faraday;
- Retire o disco gerador de carga da gaiola de Faraday;
- Registre a tensão medida na tabela III;
- Aterre a gaiola de Faraday;
- Repita as etapas (b) à (f) para o outro disco;
- Repita todo o procedimento duas vezes, completando a Tabela III.

4) Procedimento D: Distribuição de carga em diferentes regiões da superfície externa de um condutor esférico

- Coloque o eletrômetro na escala 30 V (a escolha da escala depende da umidade do ar e, possivelmente, você terá que utilizar outra escala. Verifique a sensibilidade do eletrômetro, e se necessário, reduza a escala);
- Conecte a esfera ao terminal de 3000 V do Electrostatics Voltage Source;
- Aterre a gaiola de Faraday e o plano de prova (disco de alumínio) na grade externa da gaiola;
- Encoste o plano de prova em algum ponto no topo do condutor esférico (ponto A apresentado na Figura 02);
- Insira e mantenha o plano de prova na gaiola de Faraday (sem encostar nela);
- Registre a tensão medida na Tabela IV;
- Repita todo o procedimento escolhendo outros dois pontos da esfera: um em seu centro e outro na parte inferior (pontos B e C representados na Figura 02), completando a Tabela IV.

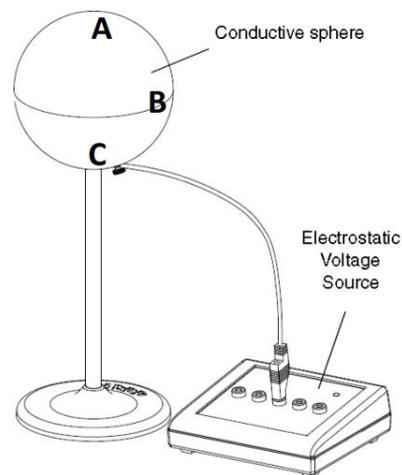


Figura 02: Diferentes regiões do condutor esférico.

5) Procedimento E: Distribuição de carga na superfície externa de um condutor esférico para diferentes potenciais

- Coloque o eletrômetro na escala 30 V (a escolha da escala depende da umidade do ar e, possivelmente, você terá que utilizar outra escala. Verifique a sensibilidade do eletrômetro, e se necessário, reduza a escala);
- Conecte a esfera ao terminal 1000 V do Electrostatics Voltage Source e ligue-o;
- Aterre a gaiola de Faraday e o plano de prova na grade externa da gaiola;
- Encoste o plano de prova no topo da esfera (ponto A);
- Insira e mantenha o plano de prova na gaiola de Faraday (sem encostar nela);
- Registre a tensão medida na Tabela V;
- Repita todo o procedimento para as tensões de 2000 V e 3000 V, completando a Tabela V.

6) Procedimento F: Distribuição de carga em diferentes regiões da superfície externa de um condutor não-esférico

- a) Coloque o eletrômetro na escala 30 V (a escolha da escala depende da umidade do ar e, possivelmente, você terá que utilizar outra escala. Verifique a sensibilidade do eletrômetro, e se necessário, reduza a escala);
- b) Conecte o condutor não-esférico ao terminal 3000 V do Eletrostatics Voltage Source;
- c) Aterre a gaiola de Faraday (com o dedo) e o plano de prova na grade externa da gaiola;
- d) Encoste o plano de prova em algum ponto da região de maior largura do condutor (ponto A na Figura 03);
- e) Insira e mantenha o plano de prova na gaiola de Faraday (sem encostar nela);
- f) Registre a tensão medida na Tabela VI;
- g) Repita todo o procedimento escolhendo outros dois pontos bem distintos da superfície condutora: região de menor largura e região intermediária (respectivamente, pontos B e C na Figura 03), completando a Tabela VI.

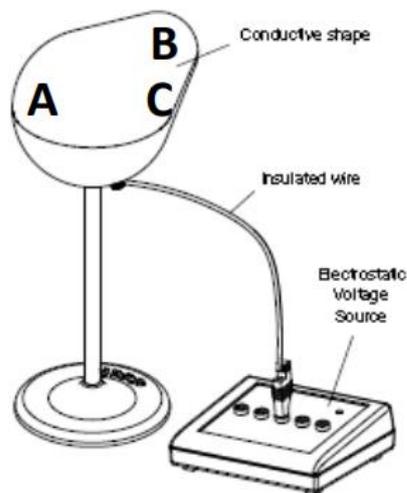


Figura 03: Diferentes regiões do condutor não-esférico.