



BCJ-0203 Fenômenos Eletromagnéticos

Experimento 1[#]

Eletrostática

Nota

Professor	Data
-----------	------

/ / 2018

Grupo	
Nome	RA

Introdução e Objetivos

Esse experimento tem como objetivo a observação do fenômeno de eletrização e os efeitos provenientes do acúmulo de cargas elétricas em um corpo. Para isso, iremos observar o funcionamento de um gerador de Van de Graaff. Inicialmente procuraremos estimar a diferença de potencial obtida com o acúmulo de cargas pelo gerador. Em seguida, iremos estimar a carga elétrica acumulada usando um eletroscópio de folhas acoplado ao gerador de Van de Graaff. Finalmente, analisaremos qualitativamente o funcionamento de um torniquete eletrostático.

[#] Apostila elaborada em 2011 pelo trabalho conjunto do aluno Danilo Ferreira da Silva, do técnico Lúcio de Freitas e dos professores Ana Melva Champi Farfan, Antonio Cândido Faleiros e Fabio Furlan Ferreira. Revista pelo Prof. Reinaldo Luiz Cavasso Filho em 2012 e 2013. Revisada pelos professores Fabio Furlan Ferreira e Roosevelt Droppa Junior em 2018.

Gerador de Van de Graaff

O gerador de Van de Graaff é um gerador eletrostático que usa uma correia em movimento feita de material isolante, normalmente borracha, para acumular cargas elétricas em um globo de metal oco situado em seu topo (cúpula). As diferenças de potencial alcançadas pelos geradores de Van de Graaff disponíveis no laboratório podem chegar a centenas de milhares de volts.

Um gerador de Van de Graaff simples consiste de uma correia de material dielétrico flexível (borracha, seda, etc), que corre sobre duas polias metálicas, sendo uma delas localizada no interior de uma cúpula de metal, como ilustrado no esquema da Figura 1. Dois eletrodos em forma de escova estão posicionados perto da parte inferior da polia mais baixa e dentro da cúpula, respectivamente. Roletes de acrílico são posicionados na parte de cima e na parte de baixo do gerador para carregar negativamente por contato a superfície interna da correia. Resumidamente, cargas positivas são adquiridas na escova inferior e são em seguida transportadas para a parte superior. A escova superior capta as cargas positivas que são armazenadas na cúpula metálica.

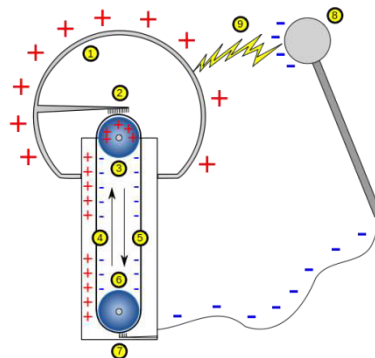


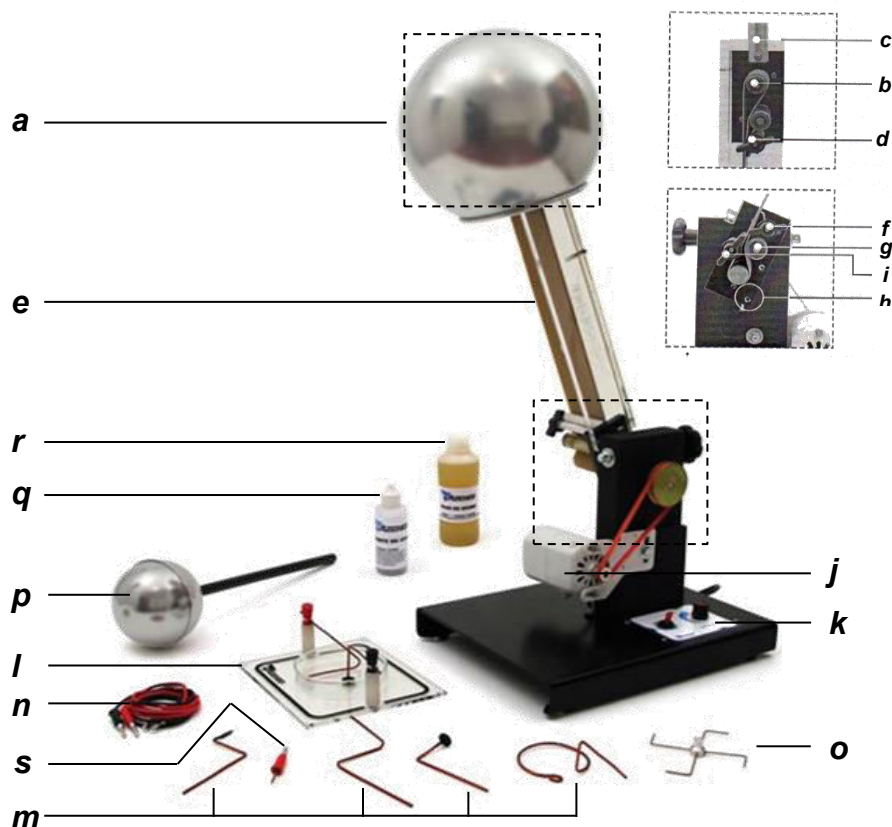
Figura 1. Esquema básico de um gerador de van de Graaff. Fonte: Wikipédia.

Na Figura 2 são mostrados o gerador do laboratório e as partes que o compõem. A esfera removível situada no topo tem 20 cm de diâmetro. A sustentação é construída em acrílico, possui articulação na ligação com a base e mede 45 cm de altura. A correia de borracha tem 6 cm de largura e se movimenta sobre 4 polias, que são acionadas por um motor elétrico de 1/8 de hp. A rotação do motor é controlada por um circuito elétrico. Todo o conjunto está fixado em uma base metálica.

Note que este equipamento difere do modelo básico descrito acima. Será que isso tem alguma influência sobre o tipo de carga acumulado? Procure as diferenças e tente responder.

ATENÇÃO

- **Não utilizar o gerador com o motor em baixas rotações!**
- **Não efetue troca de acessórios e não toque no equipamento enquanto estiver ligado!**
- **Manter o gerador ligado por, no máximo, 30 minutos e em seguida mantê-lo desligado por 10 minutos para que ocorra o resfriamento do mesmo.**



Fonte: http://www.azeheb.com.br/produtos_interna.php?idproduto=191

Figura 2 – Conjunto completo do Gerador de van de Graaff, composto por: (a) Esfera de alumínio polido; (b) polias; (c) conexão da esfera; (d) escova superior; (e) correia de borracha; (f) escova metálica intermediária; (g) polia de acrílico; (h) conexão de fio terra (inferior); (i) escova metálica inferior; (j) motor de 1/8 de hp; (k) controlador eletrônico da velocidade de rotação do motor; (l) cuba de vidro e base acrílica com 2 isolantes de nylon com bornes; (m) eletrodos; (n) cabos de ligação banana/banana; (o) torniquete eletrostático; (p) esfera auxiliar em alumínio com cabo e borne; (q) frasco com semente de grama; (r) frasco com óleo de ricino; (s) eletroscópio de folha.

Funcionamento do Gerador

- Ao ligar o gerador, utilize o controlador de velocidade colocando-o para funcionar em **velocidade média**;
- Deixar o gerador funcionar em velocidade média por alguns minutos.
- Com o gerador em funcionamento, o contato da borracha com a polia **g** (acrílico ou nylon) eletriza a mesma positivamente e, por indução, a escova **i**, transferindo, desta forma, elétrons para a correia de borracha, que as transporta para a esfera;
- A escova **d** retira os elétrons da correia e os transfere para a esfera, que fica eletrizada negativamente;
- A escova **f** retira a sobra de elétrons da correia, deixando-a neutra, para receber carga da escova **i**.

Eletroscópio

O eletroscópio é um instrumento científico bem antigo; os primeiros eletroscópios foram construídos no século XVII. Ele é utilizado para detectar a presença e medir a magnitude de cargas elétricas. Um modelo simples de eletroscópio de duas lâminas pode ser visto na Figura 3.

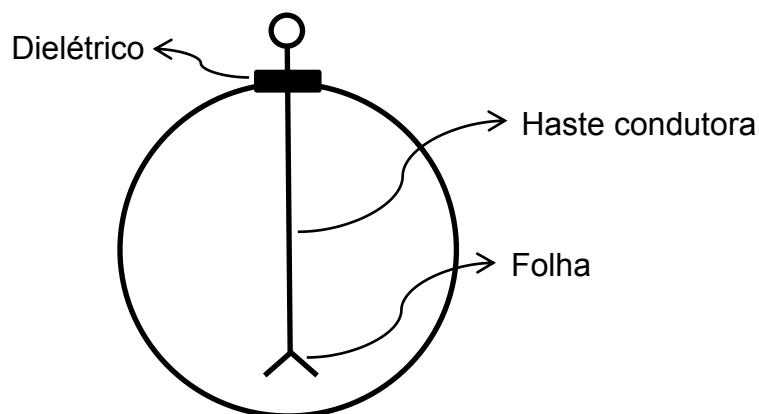


Figura 3 – Eletroscópio de duas lâminas.

Para se calcular a carga acumulada nas lâminas do eletroscópio, fazemos a análise das forças envolvidas no equilíbrio das lâminas quando carregadas, como mostrado no esquema da Figura 4.

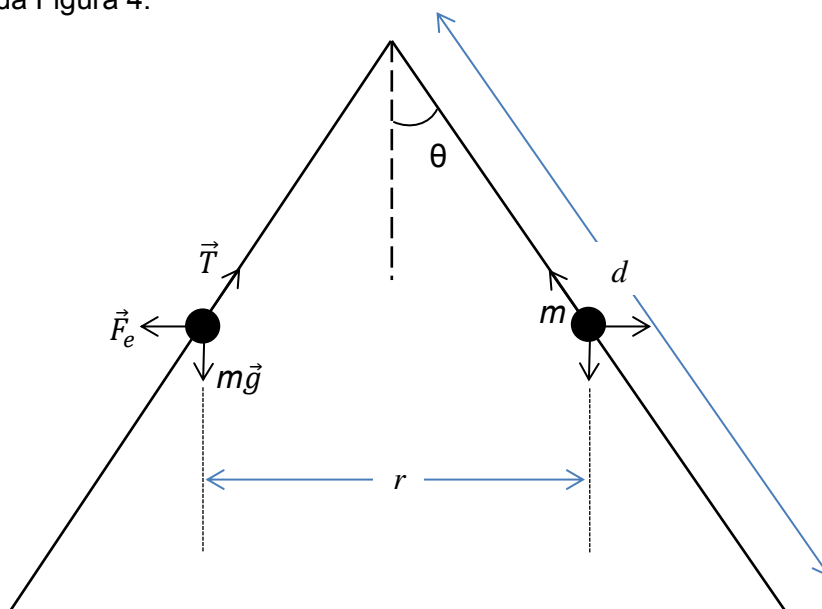


Figura 4 – Aproximação do eletroscópio por duas esferas (hipotéticas) de massa m posicionadas no ponto médio da folha de comprimento d . As esferas estão separadas por uma distância r .

Aqui supomos que a massa m de cada folha esteja concentrada no centro de massa de cada lâmina. A força de repulsão elétrica é dada pela lei de Coulomb, $F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$.

Questão 1 (15 pontos)

Mostre que, em equilíbrio eletrostático, a relação entre a carga elétrica q em cada folha e a deflexão θ do eletroscópio é dada por:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} q^2 = d^2 mg \frac{\sin^3 \theta}{\cos \theta} \quad (1)$$

onde d é o comprimento de cada folha e m sua massa, de aproximadamente 70 mg = 7×10^{-5} kg.

Meça e anote o valor de d :

$d = \text{_____} \pm \text{_____} m$

Procedimento Experimental, Coleta e Análise de Dados

ATIVIDADE 1: Aproxime a esfera ligada à terra em diferentes pontos da cúpula do gerador e observe o que acontece. Estime visualmente a distância média entre as partes a partir da qual as faíscas começam a aparecer.

Questão 2 (15 pontos)

- (a) (5 pontos) Por que faíscas são geradas quando aproximamos a esfera ligada à terra da cúpula?
- (b) (10 pontos) Como você explicaria esse fenômeno microscopicamente, isto é, em termos do comportamento dos átomos e elétrons?

Questão 3 (10 pontos).

- (a) (5 pontos) O conceito de “rigidez dielétrica” de uma substância está intimamente ligada ao processo de descarga elétrica em um meio material. Explique o que é isso.
- (b) (5 pontos) Agora, com base nas suas observações, estime o potencial elétrico na superfície da cúpula, considerando que a rigidez dielétrica do ar é aproximadamente 3×10^6 V/m.



ATIVIDADE 2: Conecte o eletroscópio ao gerador de Van de Graaff. Ligue o gerador e observe o que acontece com as folhas do eletroscópio.

Questão 4 (30 pontos).

Meça o ângulo de abertura (2θ) entre as folhas do eletroscópio e obtenha a carga acumulada e a força elétrica entre as mesmas utilizando a equação (1).

- (a) (15 pontos) Preencha a tabela abaixo, não se esquecendo de colocar as unidades correspondentes no topo de cada coluna. Cada aluno deverá realizar duas vezes cada medida.

Aluno	θ ()	q ()	F_e ()
A			
A'			
B			
B'			
C			
C'			
D			
D'			
E			
E'			

(b) (15 pontos) Calcule os valores médios e as respectivas incertezas das grandezas medidas

Símbolo	Grandeza	Valor médio	Incerteza (σ)	Unidade
θ	$\frac{1}{2}$ ângulo de abertura			
q	Carga elétrica			
F_e	Força elétrica			

Questão 5 (10 pontos)

Por que quando aproximamos a esfera menor da cúpula, as folhas do eletroscópio oscilam, isto é, fecham e abrem repetidamente?

Dica: Verifique o que acontece simultaneamente a cada fechamento das folhas e veja se a frequência de oscilação muda com a distância entre as esferas.

Questão 6 (10 pontos)

Ao aproximarmos a esfera menor das folhas do eletroscópio, estas são atraídas pela esfera.

- (a) (4 pontos) Por que isso acontece?
- (b) (3 pontos) Qual é o potencial elétrico da esfera menor?
- (c) (3 pontos) Qual é a carga na esfera menor nessa circunstância?



ATIVIDADE 3: Com o auxílio de um conector-eixo, acople o torniquete eletrostático à cúpula e ligue o motor do gerador de Van de Graaff. Observe o movimento do torniquete.

Questão 7 (10 pontos)

Elabore uma explicação para o movimento do torniquete.

Dica: pense na influência que poderia ter a existência ou não de pontas e se o mesmo experimento poderia ser feito no vácuo.

