

Roteiro para aula experimental

2. Eletrostática II – O gerador de van der Graaff

Resumo

Nesta aula prática vamos dar continuação aos estudos da eletrostática fazendo alguns experimentos didáticos com o gerador de van der Graaff.

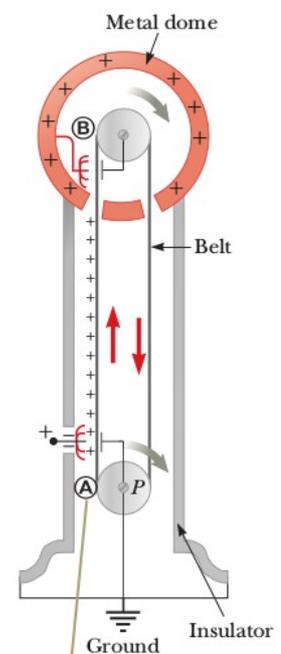
I. Introdução

Quando um condutor carregado é colocado em contacto com o interior de um condutor oco, toda a carga do condutor carregado é transferido para o outro condutor. Em princípio esta transferência de carga e, conseqüentemente o seu potencial elétrico podem ser aumentados inúmeras vezes, repetindo este procedimento básico.

Em 1929, Robert J. Van de Graaff (1901-1967) usou este princípio para construir um gerador eletrostático, que hoje tem seu nome. Como ilustrado na Figura X, a carga de uma tira isoladora é transferida continuamente em um ponto (ponto A da Figura) onde um eletrodo em forma de pente, com uma diferença de potencial positiva, atrai os eletrões, promovendo a eletrização da tira. A carga positiva da fita vai depois atrair os eletrões do eletrodo oco de metal, situado no topo do gerador, através de um segundo pente metálico (ponto B da Figura), tornando este cada vez mais eletrizado.

Este tipo de geradores pode produzir diferenças de potencial tão altas quanto 20 milhões de Volts. Com esta energia, foi possível acelerar núcleos de hidrogênio e hélio (partículas alfa), gerando reações nucleares em alvos de diferentes elementos. Foram suplantados pelos ciclotrons, já nos anos 30 e mais tarde, nos anos 40, pelos modernos aceleradores de partículas, que usam campos eletromagnéticos dependentes no tempo para acelerar partículas muito próximo da velocidade da luz.

Hoje em dia, este tipo de gerador é ainda usado como acelerador de partículas e gerador de raios-X para fins de medicina nuclear ou para fins lúdicos e pedagógicos, demonstrando o poder da força elétrica.



The charge is deposited on the belt at point A and transferred to the hollow conductor at point B.

II. Parte experimental

Objetivos

- Aprender o funcionamento do gerador de Van der Graaff experimentalmente.
- Aplicar os conhecimentos dados nas aulas teóricas de eletricidade e eletromagnetismo (eletrostática, campo elétrico, lei de gauss, potencial elétrico) para resolver questões relacionadas ao gerador de Van der Graaff

2. Material

- Gerador de Van der Graaff
- Conexão elétrica preta com pinos de pressão
- Conexão elétrica vermelha com pinos de pressão
- Esfera auxiliar de descarga
- Trena
- Lâmpada fluorescente
- Copinho de plástico
- Bolinhas de isopor
- Papel de seda
- Percevejo
- Torniquete metálico com pino de pressão
- Fiapos de algodão
- Óleo de rícino
- Sementes de grama
- Uma caixa de Petri
- Duas pontas de prova

3. Procedimento

Experimentos qualitativos com o gerador de Van der Graaff

1. Ligue o gerador. Aponte uma das pontas da lâmpada fluorescente na direção do gerador, segurando a lâmpada a mais de 20 cm do extremo desta. O que acontece? Descreva em detalhe. Porquê?
2. Desligue e descarregue o gerador (toque nele com a esfera auxiliar devidamente ligada à terra através da conexão elétrica preta)
3. Coloque o copinho de plástico em cima do gerador. Ligue novamente o gerador. Registre e comente o que acontece.
4. Repita o ponto 2.
5. Cole uma série de tiras de papel de seda na “linha do equador” do gerador. Ligue o gerador e observe o que acontece. Explique o sucedido. Qual a direção

- do campo elétrico?
6. Repita o ponto 2.
 7. Pegue alguns fiapos de algodão e aproxime do gerador, deixando os fiapos se movimentarem livremente. Descreva o que acontece e explique.
 8. Repita o ponto 2.
 9. Cole um percevejo num ponto da esfera auxiliar, oposto ao eléctrodo do gerador. Aproxime lentamente o percevejo. Descreva o que acontece e relacione o observado com o princípio do funcionamento do pára raios. Explique a dupla função do pára-raios.
 10. Repita o ponto 2.
 11. Coloque o torniquete metálico no topo do gerador. Observe e comente sobre o seu princípio de funcionamento e relacione com o fenômeno do “poder das pontas”
 12. Repita o ponto 2.
 13. Coloque uma pessoa não arrepiada com as duas mãos no eléctrodo do gerador. Ligue o gerador. O que acontece? Explique porquê. Experimente com diferentes pessoas não arrepiadas.
 14. Repita o ponto 2.
 15. Encha a caixa de petri com uma pequena quantidade de óleo de rícino. Ligue uma das pontas de prova ao eléctrodo no topo do gerador e a outra no “aterramento” e coloque ambas imersas no líquido, simulando duas cargas pontuais. Ligue o gerador por uns minutos e descreva o que acontece. Explique o sucedido.

Potencial elétrico na superfície externa do gerador

1. Sabendo que o campo elétrico de ruptura do ar é de 3×10^6 V/m, calcule o potencial máximo que o eléctrodo do gerador de Van der Graaff pode suportar. Qual seria a forma mais simples de aumentar o seu potencial?
2. Ligue o borne preto entre o gerador e a esfera de descarga. Ligue o gerador e aumente a sua rotação. Aproxime a esfera de descarga e anote o que acontece. Qual o valor do potencial da esfera no momento da descarga?
3. Calcule a quantidade de carga elétrica acumulada na superfície do gerador e estime o número de elétrons livres distribuídos na superfície da esfera do gerador.
4. Usando novamente a esfera de descarga, e experimentando usar o gerador com diferentes velocidades, e estime a distância a partir da qual não acontecem mais descargas. Que fatores influenciam a extensão das centelhas produzidas?
5. Que fatores ambientais (neste caso atmosféricos) influem na extensão das centelhas produzidas? As centelhas poderiam ser maiores se o gerador estivesse envolto em outro gás que não o ar? Comente do ponto de vista da

Laboratório de Eletricidade e Eletromagnetismo

Professor Vasco Neves

rigidez dielétrica do meio.

Discussão dos resultados

- Compare os resultados obtidos e compare-os com o que vc esperaria, com o que o senso comum esperaria e com o que os livros dizem. Quais são as concordâncias e as discordâncias?
- Enumere algumas aplicações de engenharia e do dia a dia que usam os princípios físicos aqui experimentados e testados.

4. Referências

AZEVEDO, E.R.; NUNES, L.A.O., Roteiros do Laboratório de Física III. Instituto de Física de São Paulo. Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br/~strontium/Teaching/Material2010-2%20FFI0106%20LabFisicaIII/TeachingMainFFI0106.htm>

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física III: Eletromagnetismo. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

JEWETT, J. W., SERWAY, R. A., Física para Cientistas e Engenheiros. 8. ed., Cengage Learning, 2011.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.. Física – Volume Único. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2010. (ISBN: 8526265865).

SEARS, Francis; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.; ZEMANSKY, Mark W. Física 3 – Eletromagnetismo. 12a ed. Addison Wesley, 2009