

Introdução a eletrostática

Eletricidade e carga elétrica

A eletricidade é um fenômeno conhecido desde a Grécia Antiga. Tales de Mileto descreveu como alguns materiais, como o âmbar, ao serem atritados adquiriam a propriedade de atraírem pequenos objetos como fios de cabelo. Em 1600, a palavra “eletricidade” foi cunhada por William Gilbert para se referir a esse efeito; a palavra é derivada do termo grego para “âmbar”, “elektron”. Os experimentos realizados até o século XVII concluíram que outros materiais como o vidro e peles de animais também apresentavam essa propriedade. Nessa época, o físico francês C. F. du Fay observou que dois objetos, após serem atritados, podiam se repelir ao invés de se atrair. Suas observações podem ser resumidas tomando dois pedaços de vidro e dois de plástico (um canudo de refrigerante, por exemplo) e atritando todos com papel macio*. Ao aproximar os dois pedaços de vidro, eles se repelem; ao aproximar os dois pedaços de plástico, o mesmo acontece. Entretanto, ao aproximar um pedaço de vidro e um de plástico, eles se atraem. Em 1733, du Fay propôs que a eletricidade existia em dois tipos, e o atrito entre dois corpos (vidro e papel) podem fazer com que eles troquem esses tipos entre si. Corpos com o mesmo tipo de eletricidade se repelem, e corpos com tipos diferentes se atraem. O tipo de eletricidade presente no vidro atritado por lã foi chamado de “eletricidade vítrea”, e o presente no âmbar de “eletricidade resinosa”. Na segunda metade do século XVIII, Benjamin Franklin, físico e estadista americano, tratou a eletricidade como um fluido único, presente em toda a matéria, que deveria conter uma quantidade precisa desse; se o houvesse em excesso, a matéria estaria positivamente carregada, e se o houvesse em falta, a matéria estaria negativamente carregada. De forma arbitrária, Franklin definiu que a eletricidade vítrea é positiva (excesso de fluido), e a eletricidade resinosa é negativa (falta de fluido), convenção que é usada até os dias atuais. De acordo com Franklin, quando dois corpos são atritados, o fluido elétrico (que corresponde ao conceito atual de carga elétrica) pode passar de um corpo para o outro, deixando um com excesso e outro com falta, mas não era nunca criado

nem destruído. Hoje essa hipótese se converteu na lei da conservação da carga elétrica.

Na virada do século XIX, descobriu-se que a carga elétrica é quantizada, o que significa que ela sempre aparece em múltiplos de uma carga elementar, que foi medida por Robert Millikan no seu experimento com gotas de óleo. Nas unidades do SI, esse valor é $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, que é muitas ordens de grandeza menor do que a carga que costuma se acumular nos objetos macroscópicos, de modo que a natureza discreta da carga pode ser desprezada na maioria das vezes.

II. Condutores e isolantes

Em 1729, Stephen Gray dividiu os materiais em dois tipos: os condutores e os isolantes. Os condutores eram aqueles que podiam transmitir a eletricidade, e os isolantes eram aqueles nos quais a eletricidade ficava retida. Na visão de Franklin, nos condutores o fluido elétrico podia fluir livremente, enquanto nos isolantes o fluido elétrico ficava preso. Na visão atual, nos condutores as cargas podem se movimentar livremente pelo material, enquanto nos isolantes as cargas quase não têm mobilidade. Os metais são exemplos de condutores e papéis, madeira e plástico são exemplos de isolantes. O ar é um bom isolante quando está seco, mas tem a sua condutividade aumentada quando úmido.

III. Formas de eletrização

Eletrizar um corpo significa torná-lo portador de carga elétrica líquida, seja positiva ou negativa, e é sinônimo de carregar o corpo. As maneiras mais comuns de se fazer isso são: atrito, contato ou indução.

a) Eletrização por atrito (efeito triboelétrico)

Quando dois corpos são atritados, os átomos mais externos de cada corpo entram em contato intenso e podem trocar carga elétrica, mesmo que um deles seja um isolante. Esse fenômeno é conhecido como efeito triboelétrico. Através de experimentos, foi descoberto, por exemplo, que o vidro ao ser atritado com lã sempre adquiria carga positiva, enquanto a lã sempre adquiria carga

negativa. Dessa forma, foi possível construir a série triboelétrica mostrada a seguir. Quando dois corpos dessa lista são atritados, o que aparece primeiro ganhará carga positiva, enquanto o último ganhará carga negativa.

Tabela 1 – Série triboelétrica

Pele humana
Couro
Vidro
Quartzo
Cabelo humano
Nylon
Seda
Alumínio
Papel
Madeira
Âmbar
Metais (alumínio, cobre, prata, ouro)
Plásticos
Teflon

b) Eletrização por contato

Quando um corpo condutor carregado é posto em contato com outro condutor neutro, parte da carga do primeiro se transfere para o segundo, tornando-o também eletrizado. O primeiro corpo continua eletrizado, mas com uma carga menor. Ao fim do processo, ambos os corpos ficam com carga do mesmo sinal. Em algumas situações, tomamos um choque quando tocamos em um objeto metálico. O que ocorre nesse caso é que o objeto estava carregado e parte de sua carga passa para o nosso corpo ou o usa como meio de migrar para a terra. A carga que os objetos podem acumular é popularmente chamada de “eletricidade estática”.

c) Eletrização por indução

Essa forma de eletrização é a única que pode ocorrer sem que o corpo precise entrar em contato com outro. Quando uma carga é colocada próximo de um

condutor (sem tocá-lo), induz uma distribuição de cargas no mesmo. Por exemplo, se a carga é um bastão com carga positiva, a parte do condutor mais próximo do bastão ficará com carga negativa, enquanto a parte mais distante ficará positivamente carregada (de modo que o condutor como um todo continue neutro), como mostrado na figura 1.

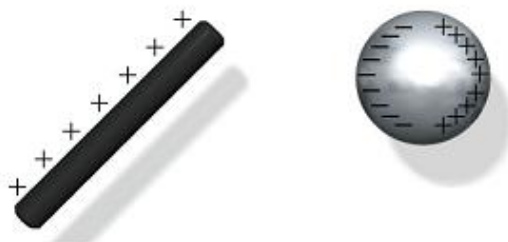


Figura 1 - Bastão carregado induzindo uma distribuição de cargas sobre um condutor

Se, em seguida, o condutor esférico da figura 1 for conectado a outro condutor, conforme ilustrado na figura 2, haverá uma migração de cargas negativas (elétrons) do segundo condutor (condutor B) para o primeiro (condutor A). Se o bastão for afastado, os condutores voltam a ficar neutros. Entretanto, se a conexão entre eles for cortada antes disso, as cargas não podem mais se transferir de um para outro: o primeiro adquiriu uma carga negativa permanente e o segundo uma carga positiva permanente. Esse processo está mostrado na figura 2.

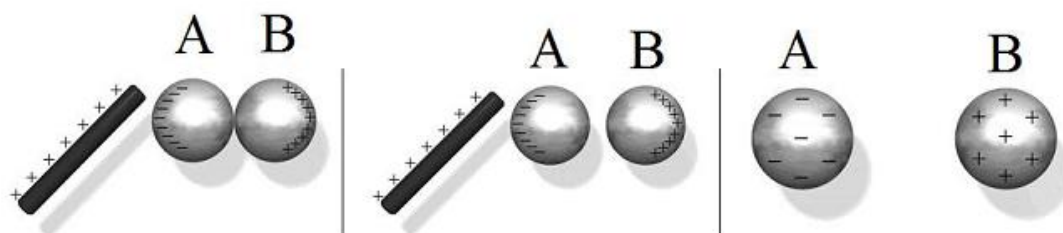


Figura 2 – Procedimento para eletrizar um condutor por indução

Na prática, o segundo condutor pode ser substituído por uma conexão com a terra (aterramento), que pode ser considerada um condutor infinitamente grande que está sempre neutro. Ao fazer isso, há uma migração de cargas negativas da terra para o condutor, deixando-o com carga negativa. Assim, se conexão à terra for interrompida ainda na presença do bastão o condutor

adquirirá permanentemente uma carga negativa. Esse processo é mostrado na figura 3.



Figura 3 - Procedimento para eletrizar um condutor por indução (usando o aterramento)

Note que, na eletrização por contato e por indução, há necessidade de um corpo externo já eletrizado. No entanto, na eletrização por contato o condutor adquire a mesma carga do corpo externo, enquanto na eletrização por indução o condutor adquire uma carga oposta à do corpo externo. Ambas só podem ocorrer em condutores, porque as cargas têm liberdade para se moverem. Num corpo isolante, as cargas têm pouca mobilidade, e por isso eles só podem ser eletrizados por atrito.

Ver: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity

Atividades sobre Eletrostática

1. (FEI-SP) Atrita-se um bastão de vidro com um pano de lã, inicialmente neutros. Pode-se afirmar:

- a) só a lã fica eletrizada
- b) só o bastão fica eletrizado
- c) o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo sinal
- d) o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo valor absoluto e sinais opostos
- e) nenhuma das anteriores

2. O fenômeno da indução eletrostática consiste:

- a) na passagem de cargas do indutor para o induzido
- b) na passagem de cargas do induzido para o indutor
- c) na separação de cargas no induzido, devido à presença do indutor eletrizado
- d) na passagem de cargas do indutor para o induzido, se o primeiro estiver negativamente eletrizado
- e) nenhuma das anteriores

3. (PUC-SP) Não é possível eletrizar uma barra metálica segurando-a com a mão, porque:

- a) a barra metálica é isolante e o corpo humano bom condutor
- b) a barra metálica é condutora e o corpo humano isolante
- c) tanto a barra metálica como o corpo humano são bons condutores
- d) a barra metálica é condutora e o corpo humano semicondutor
- e) tanto a barra metálica como o corpo humano são isolantes

4. (UFMG) Um isolante elétrico:

- a) não pode ser carregado eletricamente;
- b) não contém elétrons;
- c) tem de estar no estado sólido;
- d) tem, necessariamente, resistência elétrica pequena;
- e) não pode ser metálico.

5. (PUC -SP) Os corpos eletrizados por atrito, contato e indução ficam carregados respectivamente com cargas de sinais:

- a) iguais, iguais e iguais;
- b) iguais, iguais e contrários;
- c) contrários, contrários e iguais;
- d) contrários, iguais e iguais;
- e) contrários, iguais e contrários.

6. (FUVEST-SP) Quando se aproximam duas partículas que se repelem, a energia potencial das duas partículas:

- a) aumenta
- b) diminui
- c) fica constante
- d) diminui e em seguida aumenta
- e) aumenta e em seguida diminui

7. (CESGRANRIO) A lei de Coulomb afirma que a força de intensidade elétrica de partículas carregadas é proporcional:

- I. às cargas das partículas;
- II. às massas das partículas;
- III. ao quadrado da distância entre as partículas;
- IV. à distância entre as partículas.

Das afirmações acima:

- a) somente I é correta;
- b) somente I e III são corretas;
- c) somente II e III são corretas;
- d) somente II é correta;
- e) somente I e IV são corretas.

8. (UEL PR) Campos eletrizados ocorrem naturalmente no nosso cotidiano. Um exemplo disso é o fato de algumas vezes levarmos pequenos choques elétricos ao encostarmos em automóveis. Tais choques são devidos ao fato de estarem os automóveis eletricamente carregados. Sobre a natureza dos corpos (eletrizados ou neutros), considere as afirmativas a seguir:

- I. Se um corpo está eletrizado, então o número de cargas elétricas negativas e positivas não é o mesmo.
- II. Se um corpo tem cargas elétricas, então está eletrizado.
- III. Um corpo neutro é aquele que não tem cargas elétricas.

IV. Ao serem atritados, dois corpos neutros, de materiais diferentes, tornam-se eletrizados com cargas opostas, devido ao princípio de conservação das cargas elétricas.

V. Na eletrização por indução, é possível obter-se corpos eletrizados com quantidades diferentes de cargas.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta.

- a) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas II, III e V são verdadeiras.