

ELETRICIDADE BÁSICA

Carlos Wesley da Mota Bastos

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS

ELETRICIDADE BÁSICA

Carlos Wesley da Mota Bastos

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS



Autor

Carlos Wesley da Mota Bastos

Graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas Elétricos pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), em 1993. Possui Formação Pedagógica de Docentes com Licenciatura Plena – Habilitação em Eletrônica pela Faculdade de Ciências da Educação do Centro Universitário de Brasília (UnICEUB), em 2003. Pós-graduado com especialização em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias com ênfase no Ensino Médio pela Universidade de Brasília (UnB), em 2009. Atualmente é Coordenador Técnico de Rede de Telecomunicações na Operadora Oi em Brasília-DF, especificamente na área de Operação e Manutenção de Transmissão e Rede Óptica, desde 1996. Ainda desenvolve suas atividades docentes como Professor em Educação Profissional na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, em especial, na Escola Técnica de Brasília (ETB), nos Cursos Técnicos em Eletrotécnica, Telecomunicações (Presencial e EaD), Eletrônica e Informática, desde 1996. Exerceu o Cargo de Gerente Pedagógico da Escola Técnica de Brasília, em especial, como Coordenador Geral dos Cursos Técnicos, na modalidade presencial e dos Cursos Técnicos em Telecomunicações e em Informática na modalidade a distância, em 2010 e 2011. Exerceu o Cargo de Assistente de Direção da Escola Técnica de Brasília, em especial, como Coordenador Pedagógico do Curso Técnico em Eletrotécnica e em seguida como Coordenador Geral dos Cursos Técnicos em geral, em 1996 e 1997. Participou do Grupo Executivo de Trabalho, objetivando a implantação da Escola Técnica de Brasília, no tocante a definição da Estrutura Administrativa e Organização Didático-Pedagógica, em 1995. Desenvolveu atividades docentes como Professor em Educação Profissional na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, em especial, no Centro Educacional em Taguatinga Norte (CETN), no Curso Técnico em Eletrônica, e ainda no Centro Educacional Ave Branca (CEAV) com o componente curricular de Matemática para o Curso Técnico em Contabilidade, nos anos 1994 e 1995.

Design Instrucional

NT Editora

Projeto Gráfico

NT Editora

Revisão

Bruna Vasconcelos

Capa

NT Editora

Editoração Eletrônica

NT Editora

Ilustração

Daniel Motta

NT Editora, uma empresa do Grupo NT

SCS Quadra 2 – Bl. C – 4º andar – Ed. Cedro II

CEP 70.302-914 – Brasília – DF

Fone: (61) 3421-9200

sac@grupont.com.br

www.nteditora.com.br e www.grupont.com.br

Bastos, Carlos Wesley da Mota.

Eletricidade básica / Carlos Wesley da Mota Bastos – 1. ed.
reimpr – Brasília: NT Editora, 2014.

176 p. il. ; 21,0 X 29,7 cm.

ISBN 978-85-8416-030-3

1. Eletricidade. 2. Carga. 3. Eletromagnetismo.

I. Título

Copyright © 2014 por NT Editora.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer modo ou meio, seja eletrônico, fotográfico, mecânico ou outros, sem autorização prévia e escrita da NT Editora.

ÍCONES

Prezado(a) aluno(a),

Ao longo dos seus estudos, você encontrará alguns ícones na coluna lateral do material didático. A presença desses ícones o(a) ajudará a compreender melhor o conteúdo abordado e também como fazer os exercícios propostos. Conheça os ícones logo abaixo:



Saiba Mais

Esse ícone apontará para informações complementares sobre o assunto que você está estudando. Serão curiosidades, temas afins ou exemplos do cotidiano que o ajudarão a fixar o conteúdo estudado.



Importante

O conteúdo indicado com esse ícone tem bastante importância para seus estudos. Leia com atenção e, tendo dúvida, pergunte ao seu tutor.



Dicas

Esse ícone apresenta dicas de estudo.



Exercícios

Toda vez que você vir o ícone de exercícios, responda às questões propostas.



Exercícios

Ao final das lições, você deverá responder aos exercícios no seu livro.

Bons estudos!

Sumário

1 INTRODUÇÃO À ELETRICIDADE	9
1.1 Histórico da eletricidade.....	9
1.2 Estrutura da matéria.....	14
1.3 Cargas elétricas	17
1.4 Condutores e isolantes.....	23
1.5 Processos de eletrização dos corpos.....	26
1.6 Eletroscópios.....	30
2 FUNDAMENTOS DA ELETROSTÁTICA	37
2.1 Princípios da eletrostática.....	37
2.2 Leis de Coulomb	41
2.3 Campo elétrico.....	45
2.4 Potencial elétrico.....	52
3 ELETRODINÂMICA – GRANDEZAS ELÉTRICAS	62
3.1 Tensão elétrica.....	62
3.2 Corrente elétrica	66
3.3 Resistência elétrica	71
3.4 Circuito elétrico.....	77
4 ELETRODINÂMICA – FUNDAMENTOS DE ANÁLISE DE CIRCUITOS	86
4.1 Leis de Ohm.....	86
4.2 Potência e energia elétrica.....	92
5 ANÁLISE DE CIRCUITOS EM CORRENTE CONTÍNUA (CC).....	100
5.1 Associação de resistores	100
5.2 Divisores de tensão e de corrente.....	105
5.3 Geradores de corrente contínua (CC).....	107
5.4 Parâmetros de um circuito elétrico.....	111
5.5 Leis de Kirchhoff	112
6 TEOREMAS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	125
6.1 Teorema de Thévenin.....	125
6.2 Teorema de Norton.....	128
6.3 Teorema da máxima transferência de potência	129
6.4 Teorema da Superposição.....	130
6.5 Transformação estrela-triângulo e vice-versa	132

7 NOÇÕES DE ELETROMAGNETISMO	139
7.1 Histórico do Magnetismo e do Eletromagnetismo.....	139
7.2 Campo magnético	140
7.3 Força magnética	145
7.4 Indução magnética.....	148
8 RISCOS ASSOCIADOS À ELETRICIDADE	158
8.1 Noções sobre a NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.....	158
8.2 Riscos elétricos e causas de acidentes de trabalho.....	160
8.3 Risco por choque elétrico.....	161
8.4 Riscos por arco elétrico	166
8.5 Risco por campo eletromagnético.....	167
8.6 Medidas preventivas dos riscos elétricos	168
GLOSSÁRIO.....	174
BIBLIOGRAFIA	176

Caro (a) estudante,

Seja bem-vindo(a) aos estudos de **Eletricidade básica**

De tempos em tempos, vivenciamos o ápice de uma determinada área tecnológica, ou seja, o “boom” da Informática, da Eletrônica, das Telecomunicações e porque não dizer, o “boom” da Energia Elétrica, haja vista, temas significantes como: “Pré Sal”, “Fontes Alternativas de Energia”, “Sustentabilidade”, “Nanotecnologia”, “Automobilismo Sustentável”, e você está inserido nisso!

Parabéns pela sua escolha na realização deste Curso Técnico, isso mostra o quanto você está ciente e consciente deste desafio!

O componente curricular Eletricidade Básica é extremamente relevante para os Cursos Técnicos em: Automação Industrial, Eletrotécnica, Eletroeletrônica, Manutenção Automotiva e Sistemas de Energia Renovável, pois irá propiciar a você habilidades e competências na análise de circuitos elétricos em corrente contínua, bem como ampliar sua visão e domínio no processo de aplicabilidade prática nessas diversas áreas tecnológicas.

Cabe ressaltar que, esse componente curricular está articulado com outros eixos tecnológicos, tais como: Informação e Comunicação, Infraestrutura e Produção Industrial. Pode ser que, em muitos desses casos, o componente curricular não receba necessariamente esta mesma nomenclatura, podendo ser: Física, Eletricidade CC, Eletromagnetismo, mas a essência da ementa é praticamente a mesma, o que muda é a ênfase para cada um dos eixos e aplicabilidades.

O componente curricular visa direcionar você a vivenciar situações de aprendizagem na área de análise de circuitos elétricos em geral, bem como desenvolver suas competências comportamentais, de atitude, técnica, e de cognição, além de algumas habilidades científicas e teóricas para a aplicação prática de técnicas voltadas para as diversas áreas tecnológicas. Enfim, esta prática pedagógica auxiliará em sua formação profissional como um todo, num contexto de aprendizado contínuo e inovador.

Na **Lição 1** – Você será capaz de ter o primeiro contato com a Eletricidade, sua origem, os primeiros cientistas, a estrutura atômica, o conceito de carga elétrica, a identificação dos materiais condutores e isolantes, identificando cada um dos processos de eletrização dos corpos e finalizando com o estudo dos eletroscópios.

Na **Lição 2** – Você será capaz de compreender os fundamentos da eletrostática por meio de seus princípios, da interpretação e aplicação da Lei de Coulomb, além das diversas situações do campo elétrico e do potencial elétrico que trará em si o conceito de diferença de potencial e futuramente a tensão elétrica.

Na **Lição 3** – Abordaremos a eletrodinâmica, ou seja, a carga elétrica em movimento, da qual você poderá obter as definições das principais grandezas elétricas e suas unidades, a partir dos conceitos de tensão, corrente, resistência e circuito elétrico. Essas grandezas nos acompanharão por toda a nossa caminhada pedagógica, ou melhor, por todo o Curso Técnico.

Na **Lição 4** – Serão apresentadas a você as Leis de Ohm, que, diga-se de passagem, são as leis fundamentais da eletricidade, além das definições de outras grandezas elétricas, tais como: potência e energia elétrica e suas unidades. Esses parâmetros serão a base para compreendermos melhor os esquemas e diagramas elétricos como uma das habilidades requeridas na análise de circuitos em corrente contínua.

Já na **Lição 5** – Você conhecerá o processo de associação de resistores, alguns métodos de análise de circuitos elétricos e culminando com as Leis de Kirchhoff, que são de grande valia e aplicação nas várias divisões da Eletricidade. O resistor (ou a resistência elétrica) é um dos componentes elétricos, que possui grande aplicabilidade no cotidiano de nossas vidas como, por exemplo, os aquecedores elétricos em geral que utilizamos em casa, tais como: chuveiro elétrico, ferro elétrico, frigideiras que funcionam a base de resistência elétrica. Nas diferentes situações de aprendizagens você irá constatar tais situações.

Na **Lição 6** – Serão abordados outros eficientes métodos que ajudarão na análise de circuitos elétricos em geral e garantidamente simplificarão nossos cálculos e obtenção dos resultados esperados.

A **Lição 7** – Irá apresentar a você outra parte da Eletricidade que associa os fenômenos elétricos aos fenômenos magnéticos, ou seja, o eletromagnetismo, que ajudará ampliar seu processo de ensino-aprendizagem na análise de circuitos elétricos e sua correlação com o nosso dia a dia.

A **Lição 8** – Irá alertar e orientar você sobre os riscos naturais da Eletricidade, sua prevenção e cuidados, principalmente com relação aos riscos elétricos, em especial, o choque elétrico.

Nossa expectativa é que este Livro de Eletricidade Básica cumpra seu papel influenciando significativamente em seu processo de ensino-aprendizagem. Obviamente, sem a pretensão e ciente de que os assuntos aqui abordados não se esgotam jamais, requerendo de você a constante busca da ampliação e o aperfeiçoamento de seus conhecimentos, por meio de outras fontes bibliográficas.

Bons estudos e mãos a obra!

Carlos Wesley da Mota Bastos

1 INTRODUÇÃO À ELETRICIDADE

Objetivos

Ao finalizar esta lição, você deverá ser capaz de:

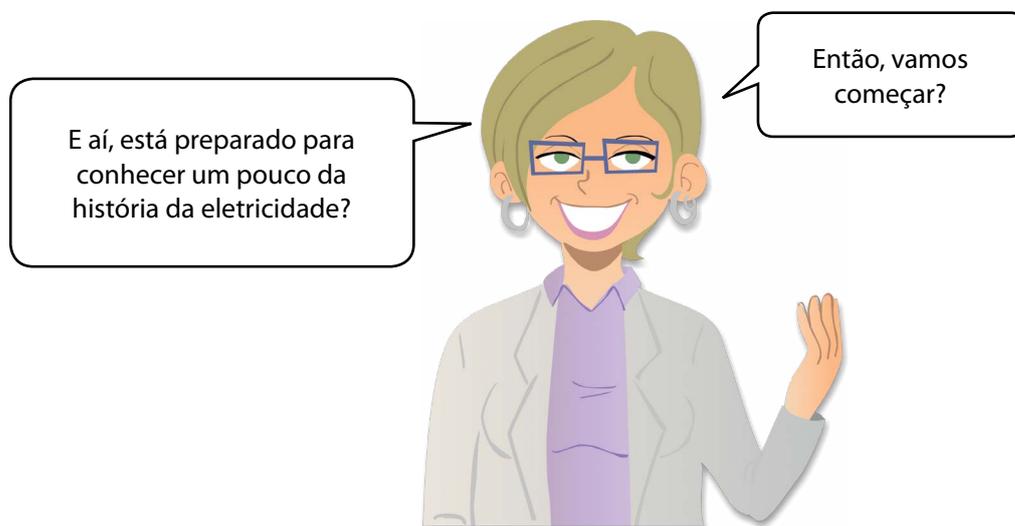
- Conhecer o histórico da eletricidade e todos os avanços obtidos ao longo do tempo;
- Reconhecer uma carga elétrica e os processos de eletrização de corpos;
- Classificar os materiais elétricos em isolantes, semicondutores e condutores.

Antes de iniciarmos o estudo proposto, é fundamental sabermos a divisão da eletricidade, que basicamente ocorre em três partes:

- **Eletrostática:** Parte da eletricidade que estuda as cargas elétricas em repouso, ou seja, estáticas ou em equilíbrio.
- **Eletrodinâmica:** Parte da eletricidade que estuda as cargas elétricas em movimento, ou seja, dinâmica.
- **Eletromagnetismo:** Parte da eletricidade que estuda a associação entre os fenômenos elétricos e magnéticos.

Com essa divisão, você irá perceber o quanto será mais fácil entender a eletricidade de forma sistemática, sequencial e lógica.

1.1 Histórico da eletricidade



A eletricidade é um dos grandes legados deixados por grandes cientistas do passado e você perceberá que se trata de uma das maiores riquezas de nosso tempo atual, pela sua grande aplicabilidade e necessidade em tudo aquilo que formos fazer.

Você sabia que ainda na idade média, alguns fenômenos elétricos, tais como, relâmpagos, descargas atmosféricas, raios causavam um temor nas pessoas? Esses fenômenos eram associados à magia ou a um deus, ou em outros casos, as respostas de fúria dos deuses que alguns acreditavam.

Tudo se inicia na Grécia quando o filósofo e matemático **Tales de Mileto** (640-548 a.C.), realiza uma simples experiência com uma resina chamada de “**âmbar**”, isto é, depois de atritá-la a um pedaço de lã de carneiro, ela fica eletrizada, passando a possuir a propriedade de atrair corpos leves, tais como: pedacinhos de papel, de palha, pequenas lascas de madeiras, tecidos, etc.



Passados mais de 2.000 anos, um físico e médico da família real inglesa **Dr. William Gilbert** (1544-1603) por volta de 1.600, retoma a experiência de Tales de Mileto e aprofunda sua pesquisa com outras substâncias que também podiam eletrizar-se e consequentemente atrair outras pequenas partículas. Tais experiências trouxeram um avanço com a utilização de ímãs, o comportamento da bússola magnética e tudo relacionado ao Magnetismo. Foi justamente Dr. Gilbert quem usou os termos **eletricidade** e **eletrização** (que veremos mais adiante) pela primeira vez na história.

Com o passar dos anos, outros cientistas foram realizando experiências e pesquisas em prol do desenvolvimento da eletricidade. Vejam algumas delas:

- Em 1660, o prefeito de uma cidade alemã de Magdeburgo **Otto Von Guericke** (1602-1686) inventou uma máquina capaz de eletrizar corpos, chamando-a de “**máquina eletrostática**”, com isso chegou à seguinte comprovação científica: a eletricidade pode passar de um corpo (objeto) para outro.
- Em 1729, o cientista inglês **Stephen Gray** (1666-1736) fez com que a eletricidade percorresse por um condutor (fio) de 290m de comprimento.
- Em 1744, dentro da Universidade de Leyden na Holanda, aprimorando a experiência de Von Guericke, foi criada a “**Garrafa de Leyden**”, com comportamento semelhante de um **Capacitor**, ou seja, tinha a propriedade de acumular certa quantidade de eletricidade por um determinado tempo.
- Em 1750, o cientista norte americano **Benjamin Franklin** (1706-1790), baseado nas experiências da “máquina eletrostática” associada com a da “Garrafa de Leyden” comprovou que as faíscas oriundas dos raios de uma tempestade assemelhavam-se às faíscas da máquina de Guericke e era uma forma de eletricidade. Sua constatação se deu quando fez uma pipa ou papagaio com papel de seda e a empinou antes de uma tempestade, e com a ajuda de um fio a prendeu junto a Garrafa de Leyden, e com o surgimento dos raios, o cientista verificou que a Garrafa de Leyden ficou carregada. Diante dessa comprovação, Franklin acabou inventando o **para-raios**, ou seja, a primeira aplicação prática da eletricidade.



Âmbar:
É uma resina fóssil muito parecida a uma textura do plástico, meio translúcida, de cor amarelada ou castanha. Normalmente obtida a partir da fossilização da seiva de algumas árvores. Em grego, o âmbar é derivado da palavra elektron (âmbar amarelo), de onde veio o nome eletricidade.

Capacitor:
É um componente elétrico capaz de armazenar cargas elétricas em função da tensão elétrica aplicada sobre ele. Fisicamente trata-se de duas placas paralelas condutoras separadas por um dielétrico (isolante) capaz de armazenar energia elétrica no campo elétrico.

Saiba mais

Você sabia que Benjamin Franklin teve muita sorte ao fazer esta experiência de empinar a pipa em plena tempestade, prendendo-a a um fio e acoplando-a na garrafa? Muitos outros cientistas e aventureiros ao repetirem essa experiência, morreram vítimas do choque elétrico. Diante disso, nossa recomendação é: jamais tente repetir essa experiência de Benjamin Franklin, viu?



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Consulte o link: http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/carga/raio_relampago e após a pesquisa faça um paralelo entre raio, relâmpago, trovão e para-raios. Aproveite sua pesquisa e explique o princípio de funcionamento dos para-raios (figura 1.3).

Esquemático de um para-raios



- Neste mesmo período, a eletricidade era desenvolvida também na França com o cientista **Charles François Du Fay** (1698-1739) que descobriu dois tipos de eletricidade: **uma atrativa e outra repulsiva**, possibilitando, assim, que mais tarde, Benjamin Franklin convencionasse uma carga elétrica **positiva e a outra negativa**.



- Em 1785, outro físico e engenheiro francês chamado **Charles Augustin Coulomb** (1736-1806) desenvolveu uma “**balança de torção**” e comprovou que cargas elétricas se atraem e se repelem com uma força e que varia com o quadrado da distância entre elas. (Mais adiante iremos aprofundar nessa constatação).
- Mais tarde outro professor de Física da Itália, chamado **Alessandro Volta** (1754-1827), observou a eletricidade a partir de uma origem química, ao associar dois metais diferentes em contato com uma solução ácida. A partir dessa experiência, Volta construiu a primeira **pilha elétrica** (bateria), sendo a primeira fonte geradora de eletricidade de forma contínua. Ainda com esta experiência, surge o conceito de corrente elétrica, ou seja, a eletricidade em movimento, que comumente chamaremos mais tarde de Eletrodinâmica.
- De forma similar a Alessandro Volta provando a eletricidade a partir de origem química, outro cientista inglês chamado **Davy Humpy** (1778-1829) demonstrou o contrário, ou seja, que a partir da eletricidade pode-se dar origem a uma reação química. Este método passou a ser conhecido como “**Eletrólise**”.
- A partir daí, a eletricidade se despontou de tal forma que começou a melhorar as condições de vida das pessoas e das indústrias em geral. Houve a descoberta do **Eletromagnetismo** através de mais três cientistas: um dinamarquês chamado **Hans Christian Oersted** (1777-1851) descobriu que a corrente elétrica é capaz de produzir um campo magnético, um francês chamado **André Marie Ampère** (1775-1836) provou que um condutor (ou um fio) quando é percorrido por uma corrente elétrica inserido num campo magnético possui um determinado comportamento ou movimento, um inglês chamado **Michael Faraday** (1791-1867) constatou uma experiência reversa a de Oersted, ou seja, o campo magnético é capaz de produzir uma corrente elétrica.



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Faça um estudo sobre a vida de Michael Faraday e você irá perceber que ele foi um dos cientistas mais atuantes da ciência moderna. Aproveite a pesquisa e aborde um pouco sobre uma de suas maiores invenções: a dos Geradores e a grande aplicabilidade deles no mundo atual, especialmente no processo de geração de energia elétrica.

- Com o surgimento do Eletromagnetismo, um escocês chamado **James Clark Maxwell** (1831-1879) descobriu que a luz era uma onda eletromagnética, abrindo espaço para o estudo da Óptica (outro ramo do Eletromagnetismo), e também para o mundo das Telecomunicações.
- Com tantas descobertas da Eletricidade e do Eletromagnetismo ocorreu uma verdadeira revolução no mundo das Ciências e outros grandes cientistas e inventos surgiram ao longo dos anos, são eles: em 1844, **Samuel Morse** (1791-1872) inventou o telégrafo; em 1876, **Alexander Graham Bell** (1847-1922) inventou o telefone, e neste mesmo ano, **Thomas Edison** (1847-1931) inventou a lâmpada elétrica.



Saiba mais

Você sabia que o verdadeiro inventor do telefone foi um italiano chamado Antonio Meucci (1808-1889) que o fez para comunicar de seu escritório com o 2º andar de sua casa, especificamente no quarto onde estava a sua esposa (que sofria de reumatismo). Por falta de recursos, ele vendeu o protótipo de sua invenção para Alexandre Graham Bell, que mais tarde registrara como sua invenção. Meucci entrou na justiça contra Bell, mas morreu no meio do processo, porém, em 2002 o Congresso dos Estados Unidos, sem desmerecer toda a contribuição de Bell, reconheceu a invenção do telefone sendo mesmo de Antonio Santi Giuseppe Meucci.

Hoje em dia, não temos ideia de sobreviver sem a eletricidade, pois tudo que fazemos e pensamos em fazer, a Eletricidade se faz presente e necessária.

E aí gostou de conhecer um pouco sobre a origem e história da Eletricidade?



Observe que os avanços da Eletricidade não pararam nem param por aqui. A cada dia novos cientistas estudam, pesquisam, provam e comprovam novas experiências e descobertas. É o mundo fantástico da Eletricidade contribuindo e fazendo parte do nosso dia a dia.

Para refletir!

Já imaginou ficar um dia sem a energia elétrica no planeta terra?

Como seria o controle das aeronaves no espaço aéreo?

Como as indústrias iriam funcionar?

E em nossas residências, conseguiríamos viver às escuras?

E o atendimento nas Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) dos hospitais?

Como seriam as pesquisas nas escolas?

E o processo de comunicação e interação com todas as demais áreas tecnológicas ligadas a Eletricidade? Como seria tudo isso?

O que você acha disso?





Exercitando o conhecimento

Ele foi considerado um dos cientistas mais influentes de todos os tempos, o melhor experimentalista na história da ciência, publicou um trabalho chamado de “rotação eletromagnética”, inspirou muitos outros cientistas posteriores a ele, principalmente no estudo sobre campos elétricos e magnéticos. Por fim, existe um relato que ele foi supostamente visitado (em seu laboratório) pela rainha de seu país, entusiasmado mostrou a ela todas as suas experiências e descobertas, ao final a rainha lhe perguntou: “Mas para que servem todas essas coisas?” E o sábio cientista respondeu:

“E para que serve um bebê?”

Achando estranha a pergunta dele, a rainha respondeu:

“Ora, primeiro para brincar, depois ele irá crescer e se tornará um trabalhador eficiente.”

O cientista rebateu:

“Com a eletricidade é a mesma coisa. Primeiro ela serve para brincar, depois irá crescer e se tornará uma trabalhadora eficiente”.

Alguns afirmam que isso aconteceu com Benjamin Franklin, mas a história revela que foi outro cientista. Quem foi esse cientista?

Qual das alternativas você acha ser a correta?

- a) Hans Christian Oersted
- b) André Marie Ampère
- c) Michael Faraday
- d) James Clark Maxwell

Comentário: se você pensou na alternativa c) está correto. Sem dúvidas, foi Michael Faraday um dos cientistas quem mais contribuiu para a ciência e seu impacto na modernidade. Com vasta abrangência na física, química e engenharia em geral. Seus estudos e descobertas na área do Eletromagnetismo serviram de base para as pesquisas de vários outros cientistas posteriores a ele, tais como: Tomas Edison, Nikola Tesla, George Westinghouse.



Multimídia:

Visando aprofundar um pouco mais sobre este tópico, sugiro que faça pesquisas em links de vídeos da seguinte forma: “A História da Eletricidade”.

A priori, recomendo estes 2 (dois) links abaixo:

<http://www.youtube.com/watch?v=8RN8no-WksI>

<http://www.youtube.com/watch?v=f0oxkdSURqY>

1.2 Estrutura da matéria

Conceitualmente, a **matéria** é tudo aquilo que tem massa e ocupa espaço.

Fazendo uma análise minuciosa e microscópica da matéria descobriu-se que ela é constituída

de uma partícula minúscula a qual chamamos de átomo, que em grego significa indivisível. Em 1897, um físico inglês chamado **Joseph John Tomson** (1856-1940) também conhecido como **J.J. Tomson** descobriu que um metal aquecido é capaz de soltar partículas (com massa desprezível) com propriedades elétricas, o qual chamou de **elétrons**. Em condições normais, este metal, bem como outros corpos não apresentavam propriedades elétricas, os cientistas chegaram à conclusão de que, além dos elétrons, deveria existir no átomo outra partícula de carga contrária, a qual chamou de **prótons**. Ficou convençãoado que **os elétrons eram providos de carga elétrica negativa e os prótons providos de carga elétrica positiva**. Daí, o átomo seria uma partícula neutra e equilibrada.

Mais tarde, após estudos detalhados sobre os átomos, em 1911, por outro físico inglês chamado **Lord Ernest Rutherford** (1871-1937) e em 1913, por um físico dinamarquês chamado **Niels Bohr** (1885-1962), chegou-se a conclusão que o modelo atômico era semelhante ao sistema solar, isto é, da mesma forma que os planetas giram em torno do Sol, os elétrons giram em torno dos prótons. Em 1930, acresceu-se a este modelo atômico, uma nova partícula desprovida de carga elétrica, chamada de **nêutrons**.

Diante disso, o átomo ficou assim constituído: um **núcleo** (também chamado de **núcleo atômico**) contendo as partículas dos prótons e nêutrons e ao seu redor, na extremidade ou na periferia ou **eletrosfera** (também chamada de **coroa atômica**), as partículas dos elétrons.

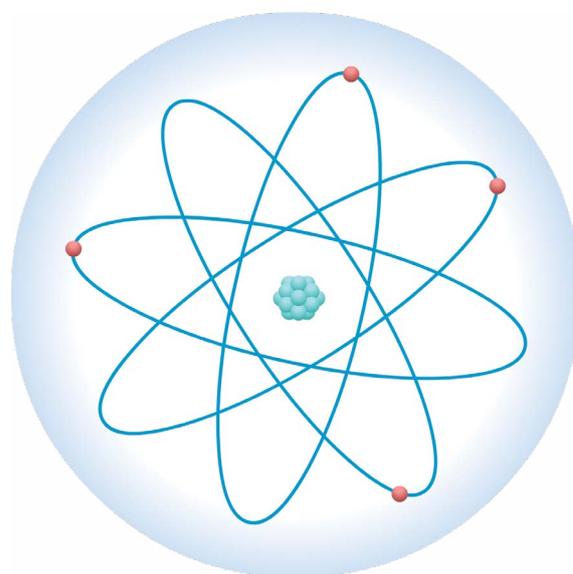
Visando melhorar a compreensão sobre estes conceitos, ficou claro para você que a **matéria** é constituída por pequenas partículas que chamamos de átomos. Essa matéria pode ser classificada de várias maneiras, dentre elas, por dois tipos: **os elementos e os compostos**.

São exemplos de elementos: alumínio, carbono, cobre, germânio, ouro, silício, urânio, etc.

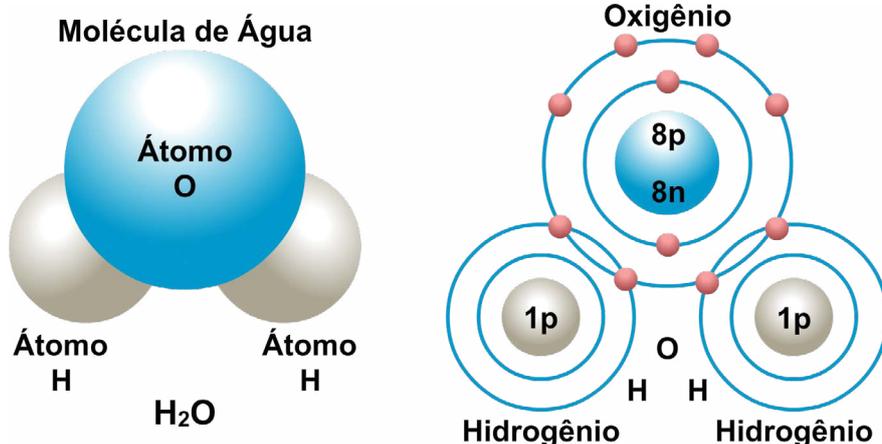
Por sua vez, os compostos são formados por um grupo ou combinação de elementos. Um exemplo típico de composto é a água (H_2O), constituída pelos elementos hidrogênio e oxigênio.

Por fim, chamamos de **moléculas** a menor partícula dos compostos que ainda não perderam as suas características originais.

Modelo atômico de Bohr



Estrutura de uma molécula de água





Saiba mais

Você sabia que existem centenas de partículas consideravelmente menores que os elétrons? São os léptons, hádrons, bósons, fótons, etc.



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Através de pesquisa na internet e em outras bibliografias, faça um estudo sobre os aceleradores atômicos, seu princípio de funcionamento, bem como o surgimento da bomba atômica e suas terríveis consequências.

Do resultado obtido compartilhe com seus colegas através da Plataforma Virtual ou Fóruns de discussão, objetivando avaliar até que ponto chegou à mente humana em aplicar o desenvolvimento tecnológico para o mal da sociedade ou até mesmo outra guerra mundial.

Por ironia do destino, o objetivo da Ciência em estudar a matéria era simplificar o conhecimento, e para isso concebeu por meio do átomo a menor partícula existente. Com o passar dos anos, descobriu-se que o átomo é divisível e que acaba liberando centenas de outras partículas.

Em 1964, o físico americano **Murray Gell-Mann** (1929), após pesquisas sobre as interações entre prótons e nêutrons, bem como a composição mais exata dos prótons, descobriu uma partícula ultrapequena, bem menor que a do átomo, que ele chamou de **quarks**.



Saiba mais

Você sabia que além dos prótons, elétrons e nêutrons, o átomo apresenta em sua constituição outras partículas chamadas de: neutrino, pósitron, méson pi e sigma? Normalmente essas partículas não são consideradas, pois não possuem relevância para o estudo da Eletricidade.



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Sabe-se que o átomo em condições normais (eletricamente neutro), a quantidade de prótons situados no núcleo é igual à quantidade de elétrons situados na coroa. Por meio de processos físicos ou químicos, o átomo pode perder ou ganhar elétrons e, quando isso ocorre, a quantidade de prótons e elétrons ficam diferentes, daí comumente chamamos de "Íon".

Diante dessa informação, pesquise e conceitue o que significa "Cátions" e "Ânions".

Cite exemplos de Íons simples e Íons compostos e compartilhe com seus colegas por meio da Plataforma Virtual ou Fóruns de discussão.

Exercitando o conhecimento

O conceito que damos para matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa espaço.

Na realidade, qualquer coisa física e real que existe no universo, consideramos como matéria. Esta por sua vez pode ser sólida, líquida e gasosa.

A matéria se analisada qualitativamente (em termos de qualidade) chamamos de “substância”; e ao conjunto de substâncias, chamamos de “mistura”.

A matéria se analisada quantitativamente (em termos de quantidade) chamamos de “corpo”; e ao conjunto de corpos, chamamos de “objeto”.

Aos processos de transformação da matéria, chamamos de “fenômenos físicos e/ou químicos”.

E o que realmente define a matéria são as suas propriedades gerais e específicas.

Diante disso, identifique qual das propriedades é considerada específica?

Qual das alternativas você acha ser a correta?

- a) Massa
- b) Impenetrabilidade
- c) Inércia
- d) Ponto de Fusão e Ebulição

Comentário: se você pensou na alternativa d) está correto. O ponto de fusão e ebulição é um exemplo de propriedade específica, pois são específicas para cada tipo de matéria, diferenciando-as umas das outras. No ponto de fusão e ebulição, a variação de temperatura faz com que a matéria passe da fase sólida para a fase líquida e vice-versa, respectivamente.



Multimídia:

Visando aprofundar um pouco mais sobre este tópico, sugiro que faça pesquisas em links de vídeos da seguinte forma: “A estrutura da matéria”.

A priori, recomendo estes 2 (dois) links abaixo:

<http://www.youtube.com/watch?v=s1TT5cApHF0>

<http://www.youtube.com/watch?v=HmUxFLa0m0Q>



1.3 Cargas elétricas

Nos tópicos anteriores, vimos, por meio das experiências de Tales de Mileto, que ao atritar a resina de âmbar com um pedaço de lã de carneiro, ela fica eletrizada; e mais tarde, William Gilbert também percebeu que outras substâncias também podiam eletrizar-se e, conseqüentemente, atrair outras pequenas partículas aliadas a descoberta de Du Fay sobre os dois tipos de eletricidade: uma atrativa e outra repulsiva, as quais, finalmente, fizeram com que Benjamin Franklin convencionasse de positiva e a outra negativa, o que chamamos hoje de **cargas elétricas**.

Para que você entenda melhor este conceito é fundamental que retornemos a experiência de Benjamin Franklin. Na prática, ele esfregou um bastão de vidro a um pedaço de lã e pendurou o bastão com um fio de tal forma que ele pudesse oscilar. Por convenção, ele definiu que a carga elétrica adquirida pelo bastão de vidro era positiva (+) e que a carga elétrica adquirida pelo pedaço de lã era negativa (-). Da mesma forma, Benjamin Franklin pegou outro bastão de vidro e outro pedaço de lã e fez a seguinte experiência: ao aproximar o segundo bastão de vidro ao bastão de vidro pendurado, ele percebeu um movimento de afastamento ou repulsão do bastão de vidro pendurado, isto é, cargas de mesmo sinal tendem a se repelir. De modo semelhante, aproximou o segundo pedaço de lã ao outro pedaço de lã e percebeu o mesmo comportamento de repulsão, concluindo que cargas de mesmo sinal tendem a se repelir. Para confirmar sua suposição, ele aproximou um dos pedaços de lã ao bastão de vidro pendurado e percebeu um movimento de aproximação ou atração, concluindo que cargas de sinais contrários tendem a se atrair.



Fonte: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/eletricidade2.php

Diante disso, Benjamin Franklin não só comprovou as experiências de seus colegas antecessores, principalmente a de Du Fay sobre a existência de dois tipos de eletricidade: uma atrativa e outra repulsiva, bem como, um dos princípios da Eletrostática: **“cargas elétricas de mesmo sinal tendem a se repelir e cargas elétricas de sinais contrários tendem a se atrair”**, mais tarde estudaremos de forma mais aprofundada este e outros princípios da Eletrostática.

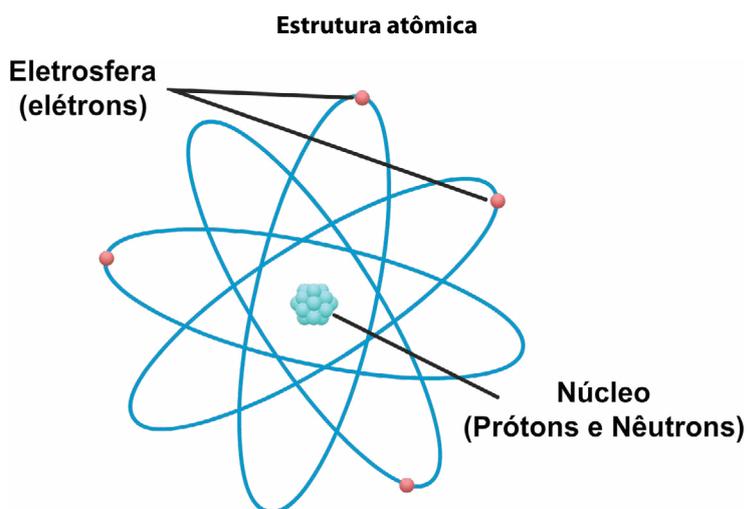
Conforme você já sabe do estudo dos átomos, associamos esta conclusão da seguinte forma na estrutura atômica:

- **Os prótons e nêutrons constituem o núcleo do átomo.**
- **Os elétrons constituem a extremidade do átomo.**
- **Convencionou-se que os prótons possuem carga elétrica positiva (+).**
- **Convencionou-se que os elétrons possuem carga elétrica negativa (-).**
- **Convencionou-se que os nêutrons não possuem carga elétrica.**

Um átomo, em condições normais (da forma que é encontrado na natureza), possui a mesma quantidade de prótons e de elétrons, daí dizemos que o átomo está **eletricamente neutro** e, consequentemente, sua carga total é nula. Por experiência, corpos eletricamente neutros não possuem as propriedades de atração nem de repulsão.

Saiba mais

Você sabia que o diâmetro do núcleo do átomo é da ordem de 10^{-14}m ? E do átomo em si é da ordem de 10^{-10}m ? Com isso, conclui-se que o núcleo do átomo é significadamente pequeno e quase toda a massa está concentrada ao redor dele, nas camadas externas, ou seja, na eletrosfera. Essa concepção nos dá a impressão que existe um enorme vazio entre o núcleo e os elétrons ao seu redor.



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Pesquise na internet qual seria a quantidade aproximada de elétrons que seriam necessárias para se igualar a uma altura média de uma pessoa ($1,70\text{m}$).

A partir dessa informação, você terá uma ideia do tamanho de um elétron.

Caso ache interessante o resultado de sua pesquisa compartilhe com seus colegas por meio da Plataforma Virtual ou Fóruns de discussão.



Conforme o modelo atômico definido por Niels Bohr, os prótons e nêutrons estão fortemente ligados e presos no núcleo do átomo, enquanto os elétrons giram ao seu redor nas chamadas órbitas ou camadas.

A quantidade de prótons, nêutrons e elétrons é que define a estrutura de um átomo e varia de um elemento químico para outro. Para visualizarmos melhor esta estrutura atômica, definiu-se que um átomo pode possuir no máximo 7 (sete) camadas, nas quais chamamos de K, L, M, N, O, P e Q, onde para cada uma dessas camadas existe um número definido de elétrons, isto é, o número de camadas está intimamente relacionado ao número de elétrons que um elemento químico ou substância possui.

A camada K é a mais próxima do núcleo, enquanto a camada Q é a mais distante.

A distribuição de elétrons dá-se da seguinte forma:

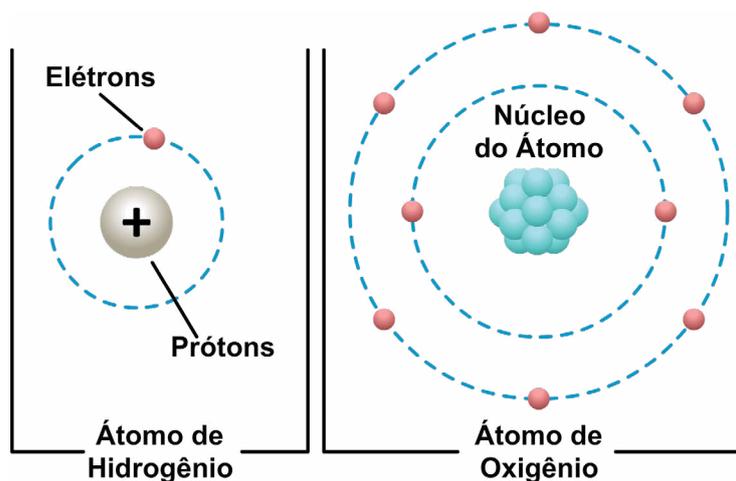
Tabela 1.1 – Camadas do modelo atômico de Bohr

Camadas ou Níveis de Energia	K	L	M	N	O	P	Q
Quantidade Máxima de Elétrons	2	8	18	32	32	18	2

Fonte: elaborada pelo autor

A título de exemplo, um átomo de **hidrogênio (H)** possui 1 (um) próton em seu núcleo (não possui nêutrons) e 1 (um) elétron ao seu redor; já um átomo de **oxigênio (O)** possui no núcleo, 8 (oito) prótons e 8 (oito) nêutrons, e ao redor 8 (oito) elétrons distribuídos em 2 (duas) camadas, ou seja, 2 (dois) na camada K e 6 (seis) na camada L. O átomo de **tungstênio (W)** possui no núcleo 74 (setenta e quatro) prótons e 110 (cento e dez) nêutrons, e ao redor 74 (setenta e quatro) elétrons distribuídos em 5 (cinco) camadas, ou seja, 2 (dois) na camada K, 8 (oito) na camada L, 18 (dezoito) na camada M, 32 (trinta e dois) na camada N e 14 (quatorze) na camada O.

Estrutura atômica do átomo



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA!

Sabemos que na natureza existem quase 100 diferentes modelos de átomos que, sozinhos ou agrupados, formam diferentes tipos de materiais ou substâncias. Diante dessa informação, pesquise e monte uma tabela identificando a maioria destes átomos e as quantidades de prótons, nêutrons e elétrons de cada um deles.

Ache a melhor forma digital de postar e enviar esta tabela na Plataforma Virtual de Ensino e de Aprendizagem.

Apesar dos elétrons permanecerem em suas camadas devido à força de atração dos prótons, em certas substâncias, como nos metais, por exemplo, os elétrons das últimas camadas podem se libertar, tornando-os livres. Conforme você já pesquisou no tópico anterior, chamamos de ionização, o processo do átomo de perder ou ganhar elétrons. Daí, concluiu-se que esta característica do átomo de perder elétrons chamamos de íons positivos, já a característica do átomo de ganhar elétrons, chamamos de íons negativos.

Diante disso, concluímos que quando um corpo possui **excesso de elétrons**, ele está **eletrizado negativamente** e quando um corpo possui **falta de elétrons**, ele está **eletrizado positivamente**.

Em 1910, o físico americano **Robert Andrews Millikan** (1868-1953), após pesquisas e experiências, conseguiu determinar e quantificar um valor para as cargas elétricas dos prótons e dos elétrons. Para essa quantificação, ele chamou de **carga elétrica elementar ou fundamental**, sendo considerada como a menor carga elétrica (desconsiderando as partículas quarks, que já são, comprovadamente, as menores partículas existentes atualmente).

De acordo com o Sistema Internacional (SI) de medidas, a unidade da quantidade de carga elétrica é expressa em Coulomb (C), uma homenagem ao físico e engenheiro francês Charles Augustin Coulomb.

A intensidade desta carga elétrica é:

$$E = 1,6 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

Conclui-se que:

$$e_{p^+} = +1,6 \times 10^{-19} \text{ [C]} \text{ Carga Elétrica do Próton}$$
$$e_{e^-} = -1,6 \times 10^{-19} \text{ [C]} \text{ Carga Elétrica do Elétron}$$

Como a menor carga existente é a do elétron, Millikan concluiu que a carga (Q) de qualquer corpo eletrizado é um múltiplo inteiro (n) da carga elementar ou fundamental (e), daí, tem-se:

$$Q = +/- n.e$$

Onde:

Q= Carga elétrica de um corpo eletrizado.

n= número de prótons ou elétrons em um corpo.

e= carga elétrica fundamental do próton ou do elétron.

Em termos práticos, um Coulomb corresponde à quantidade de uma carga elétrica existente em 2 (dois) corpos iguais, colocados no vácuo e separados a uma distância de 1m e que se repelem com uma força de 9×10^9 [N].

Como Coulomb é uma unidade muito grande, comumente usamos os submúltiplos de Coulomb. Segue os mais usuais:

Tabela 1.2 – Submúltiplos de Coulomb

Submúltiplos	Unidade	Valor
mili Coulomb	mC	10^{-3} [C]
micro Coulomb	μ C	10^{-6} [C]
nano Coulomb	nC	10^{-9} [C]
pico Coulomb	ρ C	10^{-12} [C]

Fonte: elaborada pelo autor



Saiba mais

Você sabia que a terra pode ser considerada uma imensa esfera eletrizada negativamente, com uma carga elétrica da ordem de -10^6 C?



Exercitando o conhecimento

Você já sabe que todos os corpos são constituídos de átomos, certo?

E que os átomos são constituídos basicamente de prótons, nêutrons e elétrons.

Levando-se em consideração que uma carga elétrica fundamental é $e=1,6 \times 10^{-19}$ [C] e que $Q=+/-n \cdot e$, calcule a quantidade de elétrons que necessitam ser retirados de um corpo para que ele fique com a carga de 1C:

Qual das alternativas você acha ser a correta?

- a) $n = 1,6 \times 10^{-19}$ elétrons
- b) $n = 6,25 \times 10^{-19}$ elétrons
- c) $n = 6,25 \times 10^{18}$ elétrons
- d) $n = -1,6 \times 10^{18}$ elétrons

Comentário: se você pensou na alternativa c) está correto, pois $n=Q/e$, daí, $n=1/1,6 \times 10^{-19}$, ou seja, $n=6,25 \times 10^{18}$ elétrons. Outra análise que poderia ser feita é, ao invés de elétrons retirados, seriam prótons em excesso, que possui a mesma correspondência.



Multimídia:

Visando aprofundar um pouco mais sobre este tópico, sugiro que faça pesquisas em links de vídeos da seguinte forma: "Carga Elétrica".

A priori, recomendo estes 2 (dois) links abaixo:

<http://www.youtube.com/watch?v=4SWzemMEY4w>

<http://www.youtube.com/watch?v=wKvkiYwYJwo>

1.4 Condutores e isolantes

Você ainda se lembra da experiência ousada de Benjamin Franklin, certo?

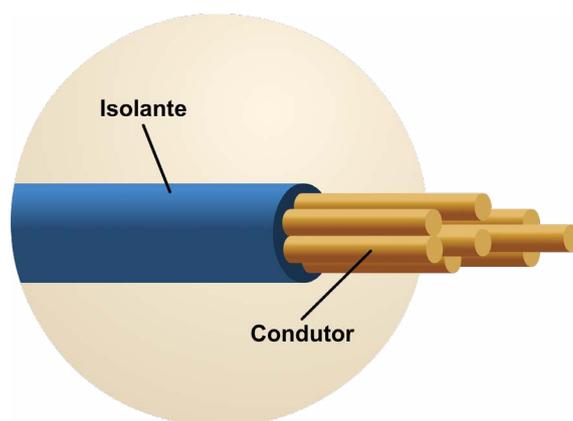
Ao empinar uma pipa, ele colocou na ponta uma haste metálica, pois sabia que através daquela haste poderia passar eletricidade com facilidade.

Como vimos no tópico anterior, em alguns elementos químicos, substâncias, materiais ou corpos e determinados elétrons podem movimentar-se livremente de uma camada do átomo para outra, conseqüentemente isso reflete nos materiais. Em outras palavras, podemos afirmar que as cargas elétricas podem espalhar-se rapidamente numa haste metálica.

Outros elementos ou materiais tais como: água, cobre, grafite, também possuem esta mesma característica, ou seja, apresentam átomos cujos elétrons possuem essa capacidade de libertar-se e movimentar-se pelo material.

É dentro dessa linha que iremos abordar agora o conceito de condutores, semicondutores e isolantes.

Estrutura de um condutor elétrico e isolante térmico



Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/condutores-e-isolantes/>

Conceituamos como **condutores elétricos** os meios materiais que possuem facilidade de passagem de eletricidade.

Os condutores podem ser classificados pelos 3 (três) estados físicos da matéria: sólidos, líquidos e gasosos.

No mundo da Eletricidade, os condutores sólidos são os mais usuais como, por exemplo, os metais.

Outros exemplos de condutores são: aço, alumínio, cobre, estanho, ferro, grafite, latão, níquel, ouro, prata, etc.

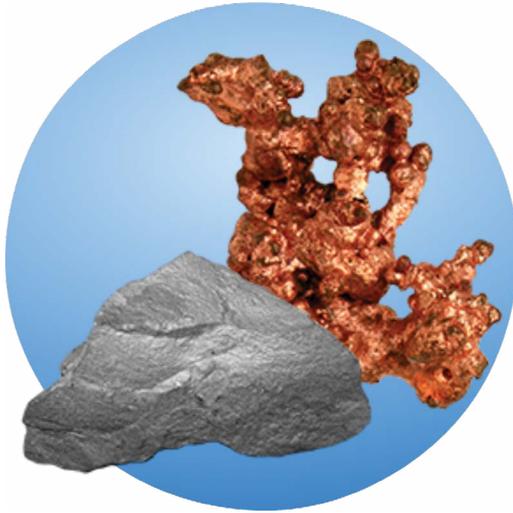
Já os **isolantes elétricos**, também chamados de **dielétricos** são os meios materiais que dificultam a passagem da eletricidade.

De forma semelhante aos condutores, os isolantes também podem ser classificados pelos 3 (três) estados físicos da matéria: sólidos, líquidos e gasosos.

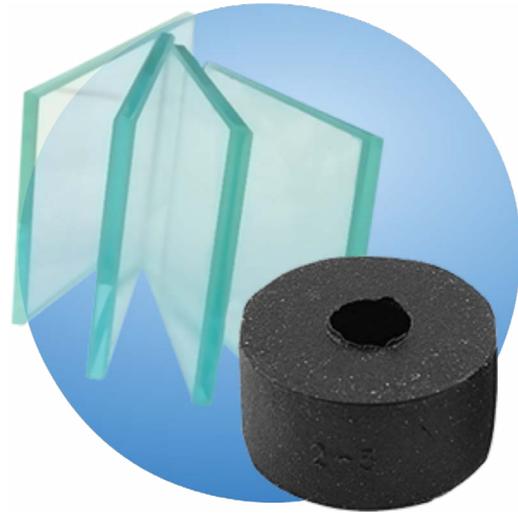
Diferentemente dos condutores, os isolantes possuem poucas cargas livres, ou seja, os elétrons não se movimentam livremente no interior do material.

Outros exemplos de isolantes são: água pura, ar atmosférico seco, borracha, cera, madeira, mica, óleo, papel, plástico, porcelana, PVC, seda, vidro, etc.

Cobre e Ferro – Materiais bons condutores



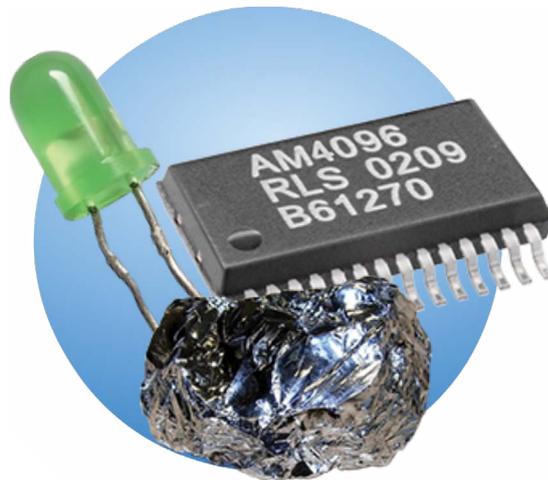
Borracha e Vidro – Materiais isoladores



Ainda existe uma terceira classe de substâncias que são intermediárias entre condutores e isolantes, são os **semicondutores elétricos**, de grande aplicabilidade no mundo da eletrônica como, por exemplo, na construção dos transistores.

São exemplos de semicondutores: germânio, selênio, silício, etc.

Silício e LEDs – Materiais semicondutores



Cabe ressaltar que, não se deve ter tanta rigidez na classificação de um material em condutores e isolantes, pois, em determinadas situações, uma substância pode ter um comportamento e em outras situações outro comportamento. Um exemplo típico é o ar atmosférico, que em condições normais (tempo seco) é um isolante, já em uma tempestade, pode ter o comportamento de um condutor de eletricidade. A prova desta análise são os raios, pois durante uma tempestade ocorre uma grande concentração de cargas elétricas de sinais contrários entre as próprias nuvens e a terra, possibilitando, assim, um deslocamento destas cargas através do ar atmosférico.

Reveja a pesquisa que você fez sobre os raios, relâmpagos, trovões e para-raios.



Fique atento, pois a partir deste ponto iremos classificar os materiais como condutores ou isolantes, ok?

Saiba mais

Você sabia que em 1 grama de Cobre (Cu) tem cerca de 10^{22} elétrons livres? Já é de seu conhecimento que nos condutores, os elétrons das últimas camadas dos átomos que constituem os metais estão fracamente ligados ao núcleo, facilitando, assim, a mobilidade dos elétrons nas camadas.



Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Você já ouviu falar no termo “Poder das Pontas?”

E que todo condutor que apresenta uma região pontiaguda na superfície dificilmente permanece eletrizado, pois as cargas elétricas que chegam nesse condutor vão se acumulando na ponta e escapam por meio dela?

E que em uma tempestade você deve evitar ficar debaixo de árvores isoladas, pois a incidência de descargas elétricas é maior nessas árvores?

Pesquise sobre este tema e tente responder a essas indagações e afirmações.

Se achar conveniente, abra um Fórum de discussão sobre esse tema com seus colegas na Plataforma Virtual de Ensino e de Aprendizagem.





Exercitando o conhecimento

Os condutores elétricos possuem algumas propriedades quando ocorre o processo de eletrização.

Dentre elas, imaginamos que ocorre a distribuição dos elétrons livres dentro dos condutores elétricos, em qual superfície?

Qual das alternativas você acha ser a correta?

- a) externa
- b) permanece no local
- c) interna
- d) nenhuma das alternativas acima.

Comentário: se você pensou na alternativa a) está correto, pois devido à repulsão mútua que existe entre os elétrons livres e pelo fato de poderem se movimentar facilmente, é natural que eles procurem a superfície externa do condutor, acarretando o maior afastamento possível entre cada um deles. Já nos isolantes, as partículas eletrizadas são conservadas no local onde elas surgem durante o processo de eletrização, devido à dificuldade das cargas elétricas se movimentarem em seu interior.



Multimídia:

Visando aprofundar um pouco mais sobre este tópico, sugiro que faça pesquisas em links de vídeos da seguinte forma: "Condutores e Isolantes".

A priori, recomendo estes 2 (dois) links abaixo:

<http://www.youtube.com/watch?v=Szj09sb8uoU>

<http://www.youtube.com/watch?v=CUBOFkZV8ZM>

1.5 Processos de eletrização dos corpos

No nosso dia a dia, praticamos várias maneiras de eletrizar um corpo ou um objeto. Por exemplo, quando penteamos o cabelo, quando passamos a bucha no corpo na hora do banho, quando enxugamos nosso corpo com a toalha, ao apagar com a borracha uma escrita errada no caderno, ao simples ato de coçar a pele, ao lavar uma louça com uma palha de aço e tantas outras que podemos enumerá-las.

Para concentrarmos mais nosso foco na Eletricidade, iremos dividir o processo de eletrização dos corpos, que inicialmente se encontra neutro em 3 (três) tipos. São eles: **por atrito, por contato e por indução**.

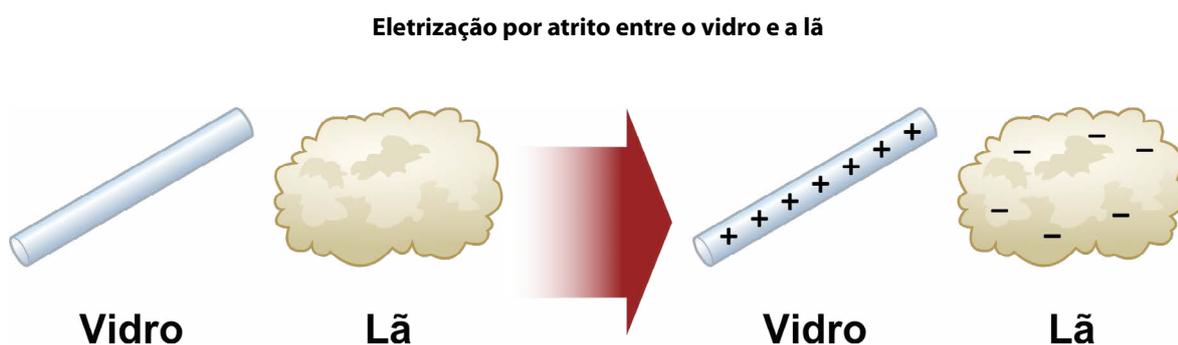
Eletrização por atrito

Você já viu que, quando dois corpos são atritados entre si, eles ficam carregados com cargas elétricas de sinais contrários.

Lembra-se da experiência de Tales de Mileto, quando ele atritou uma resina do âmbar com a lã de carneiro?

Imagine uma experiência em que você tenha um microscópio, um pedaço de enxofre, uma lã de pele de coelho. Após o processo de atrito entre eles, você perceberá através do microscópio que um dos corpos cedeu elétrons para o outro. Diante disso, podemos concluir que a lã de coelho perdeu elétrons e ficou eletrizada positivamente, enquanto que o bastão de enxofre ganhou elétrons e ficou eletrizado negativamente.

Dessa experiência podemos concluir que no processo de **eletrização por atrito, os corpos se eletrizam sempre com cargas elétricas de sinais contrários.**



Saiba mais

Você sabia que existe um processo de eletrização por atrito entre as aeronaves e o ar atmosférico, com grande acúmulo de cargas elétricas na lataria? O processo de descargas ocorre pelas várias pontas (bicos, asas, antenas, etc.) que existem na superfície das aeronaves, que servem como proteção em casos de faiscamento e consequentes explosões.



Eletrização por contato

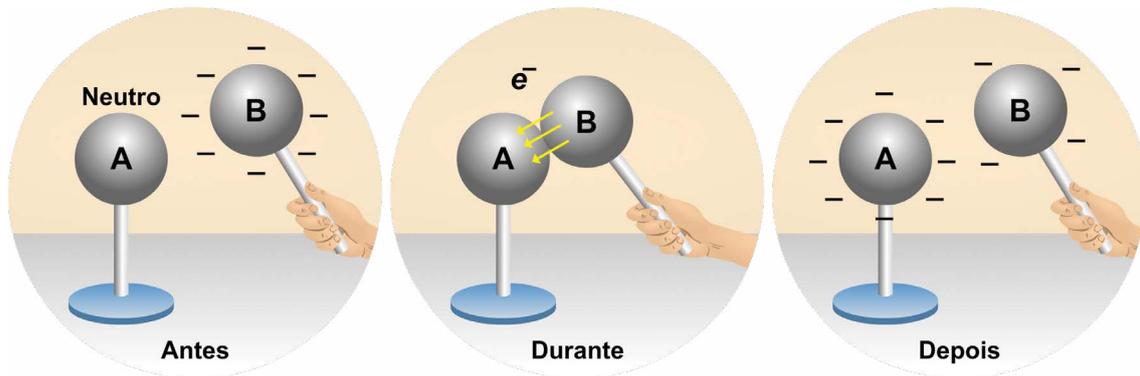
No tópico sobre condutores e isolantes, você já viu que os metais são bons condutores de eletricidade, haja vista a facilidade de deslocamento de elétrons nele.

Imagine uma experiência em que você tenha 2 (dois) corpos, na prática, duas esferas metálicas presas a um suporte de isolante da seguinte forma: a esfera A inicialmente neutra e a outra esfera B devidamente carregada, previamente eletrizada com carga negativa.

Ocorrendo o contato entre elas, percebe-se que parte dos elétrons da esfera B serão transferidos para a esfera A. Em pouco tempo, iremos constatar que o processo de transferência se encerra e ao separarmos as esferas chegaremos à seguinte conclusão, de que as 2 (duas) esferas ficarão eletrizadas.

Dessa experiência podemos concluir que, no processo de **eletrização por contato, o número de cargas elétricas que a esfera B perdeu deve corresponder à mesma quantidade do número de cargas elétricas que a esfera A ganhou.**

Eletrização por contato entre dois materiais condutores



Eletrização por indução

No tópico sobre cargas elétricas, você já viu que um corpo é eletricamente neutro quando o número de elétrons e de prótons são iguais.

Imagine uma experiência em que você tenha uma esfera metálica eletricamente neutra (mesma quantidade de prótons e elétrons) e um bastão isolante eletrizado positivamente. Se aproximarmos a esfera metálica eletricamente neutra ao bastão isolante eletrizado positivamente, notaremos que o bastão isolante irá atrair boa parte dos elétrons da esfera metálica. Na realidade, o bastão isolante produz uma separação das cargas elétricas positivas e negativas da esfera metálica.

Ao afastarmos o bastão isolante, a esfera metálica retorna a sua condição inicial, ou seja, a neutralidade elétrica.

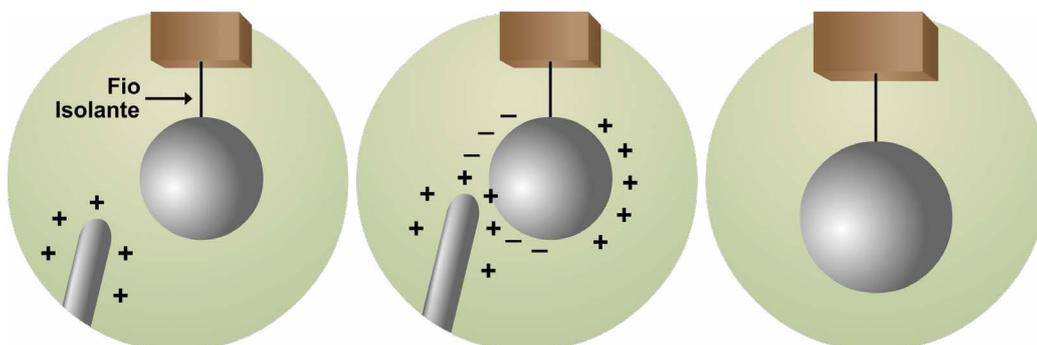
Agora se retornamos o bastão isolante e mantê-lo próximo da esfera metálica, voltaremos a condição de separação das cargas elétricas, porém, se em seguida aterrarmos a esfera metálica, os elétrons irão escoar para a terra, deixando a esfera cada vez mais dividida entre as cargas elétricas negativas e positivas.

Mantendo a proximidade do bastão isolante e cortando a ligação com a terra, perceberemos que a esfera metálica irá ficar eletrizada positivamente e afastando o bastão observaremos que haverá uma distribuição uniforme da carga elétrica positiva na esfera metálica.

Dessa experiência podemos concluir que, no processo de **eletrização por indução, não há contato físico entre os corpos envolvidos e o resultado final irá depender da forma como o processo é feito.**

Para outras experiências dependerá da forma como o processo será feito, o comportamento final irá depender dos passos e etapas seguidas.

Eletrização por indução entre um bastão eletrizado e uma esfera metálica



Saiba mais

Você sabia que as águas da torneira e da chuva contêm diversos sais dissolvidos, por isso são condutoras? E que nosso corpo, também, é condutor, pois possui muita água, onde estão dissolvidos os sais? E com a pele molhada, ele conduz mais? Os sais existentes na pele se dissolvem com a água, facilitando, assim, a troca de carga elétrica com objetos externos.



Exercitando o conhecimento

Você pode atrair seu cabelo por: atrito, contato e por indução. Em qualquer desses processos, o ar estará sempre presente. Depois de ter sido passado nos cabelos um pente eletrizado negativamente, ele atrai pequenos pedaços de papel. Diante disso, tente identificar porque isso ocorreu?

Qual das alternativas você acha ser a correta?

- a) os pequenos pedaços de papel são sempre eletricamente negativos.
- b) os pequenos pedaços de papel são isolantes perfeitos.
- c) os pequenos pedaços de papel são eletrizados por contato.
- d) os pequenos pedaços de papel são eletrizados por indução.

Comentário: se você pensou na alternativa 4 está correto, pois ocorreu o processo da indução eletrostática, ou seja, para este fenômeno acontecer não é necessário o contato direto entre um corpo eletrizado e um corpo neutro.

Eletrização por indução entre um pente de plástico e pedaços de papel





Multimídia:

Visando aprofundar um pouco mais sobre este tópico, sugiro que faça pesquisas em links de vídeos da seguinte forma: “Processos de eletrização dos corpos”.

A priori, recomendo estes 2 (dois) links abaixo:

<http://www.youtube.com/watch?v=xYwn4liRXhY>

<http://www.youtube.com/watch?v=E0h4gcThugs>

1.6 Eletroscópios

Você se lembra de quando estudamos no histórico da eletricidade a necessidade dos cientistas em identificar se um corpo estava ou não eletrizado?

Para resolver este problema foi criado um instrumento chamado de **eletroscópio**.

Antes de conceituar e mostrar os modelos existentes seria interessante entender a origem desse nome. A palavra “skopos” é de origem grega e significa “ver”.

De forma resumida, podemos definir o eletroscópio como **um dispositivo que possibilita ver a eletricidade**. Na prática, este equipamento possibilita verificar a existência de carga elétrica em um determinado corpo, ou seja, revela a existência de algum processo de eletrização nos corpos, inclusive indicando o sinal da carga.

Dos modelos existentes, iremos dar ênfase em 2 (dois) tipos: **o eletroscópio de pêndulo elétrico e o eletroscópio de folhas**.

Eletroscópio de pêndulo elétrico

Este é o modelo mais simples que existe.



Sabia que você pode construir um em sua casa? Quer experimentar fazer? Veja como é fácil!

Tenha em mãos um corpo leve que pode ser uma cortiça ou um isopor de forma esférica, um estilete, uma folha bem fina de alumínio, uma linha de soltar pipa ou um fio de seda e um suporte.

Então vamos lá: Corte com um estilete ou com uma máquina quente e apropriada um pedaço de isopor de forma esférica ou uma cortiça e pendure-o por uma linha de soltar pipa ou o fio de seda. Revista à esfera leve com a folha fina de alumínio, que passará a ser o material condutor. Este conjunto deverá ser suspenso no suporte e preso através da linha ou o fio de seda, que deverá ser o material isolante. Seu eletroscópio de pêndulo elétrico está pronto.

Inicialmente, o eletroscópio de pêndulo elétrico deve ser eletrizado, seja por contato, seja por indução, com uma carga elétrica de sinal conhecido (positiva ou negativa). Feito isso, seu equipamento está apto a identificar se um corpo está ou não eletrizado.

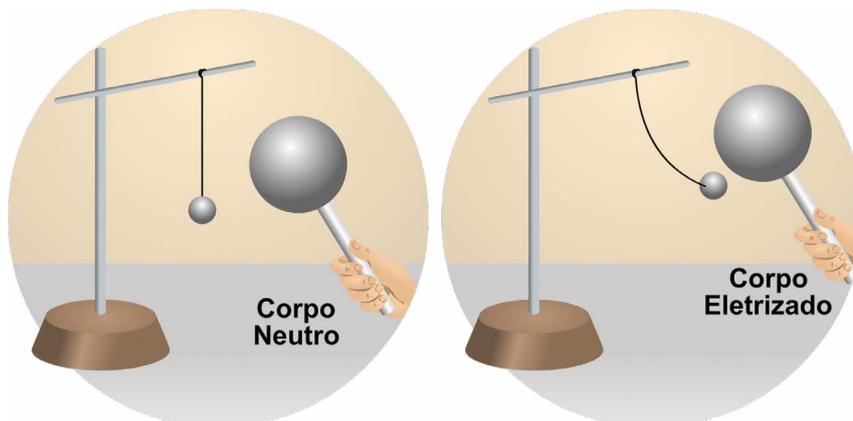
Para saber se um corpo está eletrizado, basta aproximá-lo do eletroscópio de pêndulo elétrico, e chega-se a seguinte conclusão:

- Se o corpo estiver eletrizado com carga elétrica de sinal contrário ao da carga elétrica do eletroscópio de pêndulo elétrico, ocorrerá o processo de **atração** entre eles;
- Se o corpo estiver eletrizado com carga elétrica de mesmo sinal ao da carga elétrica do eletroscópio de pêndulo elétrico, ocorrerá o processo de **repulsão** entre eles.

Eletroscópio de pêndulo elétrico



Eletroscópio de pêndulo elétrico sendo atraído por um corpo eletrizado



Eletroscópio de folhas

Este modelo é um pouco mais sofisticado e também o mais conhecido e utilizado.

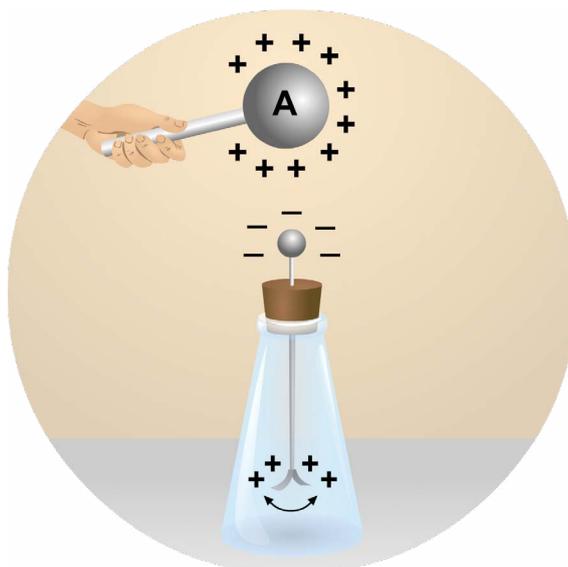
Ele é formado por duas finas folhas ou lâminas banhadas a ouro ou alumínio e ligadas a uma haste metálica condutora; na outra ponta da haste metálica coloca-se uma esfera metálica condutora. Este conjunto deve ser adaptado a um recipiente de vidro.

Eletroscópio de folhas

Seu funcionamento é o seguinte: quando um corpo eletrizado é aproximado da esfera metálica condutora, as folhas banhadas a ouro se abrem. Na realidade, isso ocorre porque o corpo eletrizado induz na esfera metálica condutora cargas elétricas de sinal contrário a dele, fazendo com que as cargas elétricas de mesmo sinal se concentrem nas folhas banhadas a ouro e conseqüentemente ocorre o processo de repulsão entre as folhas banhadas a ouro.



Eletroscópio de folhas abrindo suas lâminas de ouro após aproximação de um corpo eletrizado na esfera condutora



Em síntese, o que ocorre é a indução de cargas no eletroscópio de folhas, ou seja, a haste metálica condutora adquire carga induzida de sinal contrário ao corpo a ser verificado e as folhas banhadas a ouro, que estão na outra extremidade, adquirem cargas elétricas de mesmo sinal. Em função disso, as folhas banhadas a ouro se repelem e se afastam.

Se o corpo estiver eletrizado positivamente, a esfera metálica condutora ficará carregada negativamente e as folhas banhadas a ouro ficarão carregadas positivamente e se abrirão.

Para descarregar o eletroscópio de folhas, basta tocá-lo com a mão que ele retorna a sua condição original, ou seja, com as duas folhas banhadas a ouro juntas.

Exercitando o conhecimento

INVESTIGAÇÃO E PESQUISA

Da mesma forma que sugeri que fizesse o Eletroscópio de Pêndulo Elétrico, recomendo que você também construa seu próprio Eletroscópio de Folhas.

Faça pesquisas e veja quais os materiais que você precisará.

Posso garantir que é muito fácil e econômico.

Após construir e fazer as experiências e testes necessários, que tal compartilhar com seus colegas?

Poste a relação do material necessário para a construção de um na Plataforma Virtual de Ensino e de Aprendizagem e os desafie a fazer cada um o seu Eletroscópio de Folhas.



Exercitando o conhecimento

Não sei se você já observou, mas sugiro que passe a observar a partir de agora, que alguns caminhões-tanque os quais transportam combustíveis, geralmente, possuem em suas carrocerias uma corrente de metal, uma tira de borracha ou de couro tocando o solo. Você tem ideia o que estes motoristas visam?

Qual das alternativas você acha ser a correta?

- a) gerar cargas elétricas por atrito.
- b) descarregar a eletricidade que poderá vir aparecer nas superfícies dos caminhões em função do atrito com o ar.
- c) controlar a velocidade do caminhão.
- d) recarregar continuamente suas baterias.

Comentário: se você pensou na alternativa 2 está correto, pois isto se faz necessário em função do atrito do ar com a lataria do caminhão em movimento, deixando-a carregada, produzindo eletrização na lataria do caminhão, e a menor possibilidade de faísca, poderá ocorrer uma explosão no tanque de combustível.



Multimídia:

Visando aprofundar um pouco mais sobre este tópico, sugiro que faça pesquisas em links de vídeos da seguinte forma: "Eletroscópios".

A priori, recomendo estes 2 (dois) links abaixo:

http://www.youtube.com/watch?v=_RHRhprCVSM

<http://www.youtube.com/watch?v=a1Tus6Q2Moc>



Resumindo

Estudamos nessa lição, a origem da Eletricidade, os primeiros cientistas e suas descobertas as quais trouxeram avanço para todas as áreas da eletricidade e do eletromagnetismo.

Vimos ainda que a matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço, e é constituída de átomos, que, por sua vez, é constituído de partículas menores, onde no seu núcleo existem os prótons, dotados de carga elétrica positiva, e os nêutrons, desprovidos de carga elétrica. Na sua periferia ou eletrosfera existem os elétrons que são dotados de carga elétrica negativa. Tais cargas elétricas possuem algumas propriedades que formam os princípios da eletrostática, ou seja, cargas elétricas de mesmos sinais têm a característica de se repelirem e de sinais contrários de se atraírem.

Quando em um átomo o número de prótons for o mesmo que o número de elétrons, afirmamos que o átomo é eletricamente neutro.

Algumas substâncias quando em atrito, em contato ou muito próximas umas das outras podem adquirir estas propriedades de repulsão ou atração, quando isto ocorre dizemos que houve um processo de eletrização.

Para verificarmos se um corpo está ou não eletrizado utilizamos um aparelho chamado de eletroscópio. Existem dois modelos: o de pêndulo elétrico e os de folhas banhadas a ouro.

Certos materiais possuem algumas características em que as cargas elétricas podem ter facilidade de deslocarem dentro deles, é o caso dos condutores, e outros podem ter dificuldade de deslocarem dentro deles, é o caso dos isolantes, e por fim, outra classe intermediária a estas duas são os semicondutores.

Veja se você se sente apto a:

- Conhecer o histórico da eletricidade e todos os avanços obtidos ao longo do tempo;
- Reconhecer uma carga elétrica e os processos de eletrização de corpos;
- Classificar os materiais elétricos em isolantes, semicondutores e condutores.



Parabéns, você finalizou esta lição!

Agora responda às questões ao lado.

Exercícios

Questão 1 – Parte da eletricidade que estuda a associação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, marque a alternativa correta:

- Eletrostática
- Eletrodinâmica
- Eletromagnetismo
- Eletrologia

Questão 2 – Podemos afirmar que um corpo condutor está eletrizado negativamente quando:

- O número de elétrons é igual ao número de prótons.
- O número de elétrons é maior que o número de prótons.

- c) O número de elétrons é menor que o número de prótons.
- d) Nenhuma das afirmações acima.

Questão 3 – Considere os materiais listados: 1) mica; 2) plástico; 3) germânio; 4) alumínio; 5) carbono; 6) vidro; 7) ouro; 8) madeira; 9) porcelana; 10) mercúrio. Assinale a alternativa em que (4) quatro dos materiais listados são bons condutores:

- a) 1, 3, 5, 9
- b) 2, 4, 6 e 10
- c) 3, 5, 7 e 8
- d) 4, 5, 7 e 10

Questão 4 – (Fatec-SP) Atritado com seda, o vidro fica positivo e o enxofre fica negativo. Atritado com um material X, o enxofre fica positivo. Atritado com o mesmo material X:

- a) O vidro fica positivo.
- b) O vidro fica negativo.
- c) A seda fica negativa.
- d) Nenhum material fica negativo.

Questão 5 – Se um corpo X é atritado com outro corpo Y, sendo ambos isolantes, qual a relação entre suas quantidades de carga elétrica após a operação?

- a) $q_A = q_B$
- b) $q_A = 2q_B$
- c) $q_A = 1/2q_B$
- d) Nenhuma das afirmações acima

Questão 6 – Qual foi o cientista que inventou o para-raios, ou seja, a primeira aplicação prática da eletricidade? Marque a alternativa correta.

- a) Dr. William Gilbert
- b) Stephen Gray
- c) Otto von Guericke
- d) Benjamin Franklin

Questão 7 – Ao processo dos átomos de perder ou ganhar elétrons chamamos de ionização. A característica dos átomos de perder elétrons chamamos de:

- a) Íons negativos
- b) Íons positivos
- c) Ânions
- d) Cátions

Questão 8 – Julgue os itens a seguir:

- I. Os prótons e elétrons constituem o núcleo do átomo;
- II. Os nêutrons constituem a extremidade do átomo;
- III. Convencionou-se que os prótons possuem carga elétrica positiva (+);
- IV. Convencionou-se que os elétrons possuem carga elétrica negativa (-);
- V. Convencionou-se que os nêutrons possuem carga elétrica positiva (+);
- VI. O átomo que está eletricamente neutro possui carga total nula.

Marque a opção que melhor representa os itens julgados:

- a) Somente os itens I, II e III estão corretos.
- b) Todos os itens são falsos.
- c) Somente os itens III, IV e VI estão corretos.
- d) Todos os itens são corretos.

Questão 9 – (FUND. CARLOS CHAGAS) – Um bastão de vidro é atritado em certo tipo de tecido. O bastão, a seguir, é encostado num eletroscópio previamente descarregado, de forma que as folhas sofrem uma pequena deflexão. Atrita-se a seguir o bastão novamente com o mesmo tecido, aproximando-o do eletroscópio, evitando o contato entre ambos. As folhas do eletroscópio deverão:

- a) Manter-se com a mesma deflexão, independente da polaridade da carga do bastão.
- b) Abrir-se mais, somente se a carga do bastão for negativa.
- c) Abrir-se mais, independentemente da polaridade da carga do bastão.
- d) Abrir-se mais, somente se a carga do bastão for positiva.
- e) Fechar-se mais ou abrir-se mais, dependendo da polaridade da carga do bastão.

Questão 10 – Considere que três corpos A, B e C estejam eletrizados.

Se o corpo A atrai o corpo B e este por sua vez repele o corpo C, podemos afirmar garantidamente que:

- a) O corpo A e o corpo B têm cargas positivas.
- b) O corpo B e o corpo C têm cargas positivas.
- c) O corpo B e o corpo C têm cargas negativas.
- d) O corpo A e o corpo C têm cargas de mesmo sinal.
- e) O corpo A e o corpo C têm cargas de sinais diferentes.