OCCIDENTAL SCHOOLS
cursos técnicos especializados
Caixa Postal 30.663 - C.E.P. 01051 - São Paulo - SP



Natureza da eletricidade

EB-1

ÍNDICE DA LIÇÃO EB-1
NATUREZA DA ELETRICIDADE

3 — Introdução
5 — Fontes de energia
6 — usinas hidroelétricas
7 — usinas termoelétricas
7 — usinas atômicas
8 — usinas solares
10 — O átomo
13 — Eletricidade estática
18 — Bons e maus condutores de eletricidade
22 — Semicondutores
23 — Natureza e sentido da corrente elétrica
24 — Força eletromotriz (fem) e diferença de potencial (ddp)

O sucesso de seus estudos vai depender da sua disciplina e cronograma, previamente estabelecidos. Procure determinar um horário e local apropriados, aproveitando ao máximo suas horas de folga, para fazer um maior número de anotações. Tenha sempre ao lado um lápis e caderno à mão, e desenvolva um sistema próprio de anotações, especialmente, as informações que lhe serão úteis na prática de reparos.

INTRODUÇÃO

Desde a remota antiguidade, o homem procura diversas maneiras de tornar mais fácil e mais rápido o trabalho que tem a realizar. Isto porque a sua capacidade de realizar trabalho é limitada e, geralmente, a tarefa que precisa ser feita é muito grande. Por exemplo, a força necessária para levantar e transportar uma caixa de laranjas é relativamente grande em comparação ao peso de uma pessoa e exige muito esforço físico. Uma **solução prática** para este trabalho é a empilhadeira elétrica, que realiza com eficiência o serviço de várias pessoas.



SIEMENS

Figura 1
A empilhadeira impulsionada pela energia elétrica, facilita o trabalho do homem

A sociedade em que vivemos exige que o trabalho de cada indivíduo seja o mais proveitoso possível e, assim, a utilização de várias formas de energia (que não a física) facilita o trabalho a ser realizado, beneficiando toda coletividade. Os investimentos que uma sociedade faz para a obtenção de fontes de energia, indicam também o seu grau de desenvolvimento.

A história do homem está intimamente ligada às suas lutas na conquista de novas fontes de energia. Há uns 500.000 anos, o homem aprendeu a controlar o fogo, dominando-o para se proteger de animais selvagens e do frio.

Lentamente, outros progressos foram sendo observados. Por exemplo, com a descoberta da força dos ventos, os barcos que eram impulsionados por remos deram origem aos barcos a velas, com maior vantagem de velocidade e mão de obra.



Figura 2
Fonte de energia natural descoberta pelo homem

Com o advento da revolução industrial, século XIX, os recursos extraídos da natureza começaram a ser utilizados de forma diversificada, como, por exemplo, a que veremos a seguir.

Os antigos moinhos de vento, empregados na transformação da **energia dos ventos** (força dos ventos) em **energia mecânica**, foram as primeiras fontes de energia natural descobertas pelo homem, que as utilizava principalmente para a transformação de alimentos. Em alguns países da Europa, como a Holanda, ainda se encontram alguns destes moinhos. Também ficou evidente que o calor era uma outra forma de energia que poderia ser transformada, por exemplo, em energia mecânica.

Foi através destas descobertas que se firmou a **lei da conservação da energia**, baseada na lei de Lavoisier que diz: **"No universo nada se cria, nada se perde, mas tudo se transforma"**.

FONTES DE ENERGIA

Sempre que falamos em **energia**, devemos interpretá-la como sendo o produto de **uma força executada**. Por isso, **energia mecânica**, por exemplo, significa a força que um determinado mecanismo pode produzir. A energia hidráulica, significa a força que a água pode produzir. Assim, como sempre utilizamos uma força para produzir trabalho, podemos dizer que ela é um produto da energia.

Atualmente, as formas de energia mais empregadas, isoladamente ou em conjunto, são: a mecânica, a elétrica, a térmica, a hidráulica, a atômica, a química, a solar, etc...

Dentre essas, a energia elétrica é considerada a **mola mestra** do mundo atual. Aparelhos eletrodomésticos, eletrônicos, maquinário industrial, meios de transporte, iluminação pública, são apenas alguns dos exemplos que representam o quanto a eletricidade é fundamental na vida do homem moderno. As indústrias são as que mais se beneficiam da energia elétrica para o seu desenvolvimento.

Imagine o que aconteceria numa grande metrópole como São Paulo, Rio de Janeiro ou Lisboa, se o fornecimento de energia elétrica fosse interrompido. É de se prever que haveria um transtorno sem tamanho, pois quase todo o trabalho e meios de transporte de massa dependem da eletricidade.

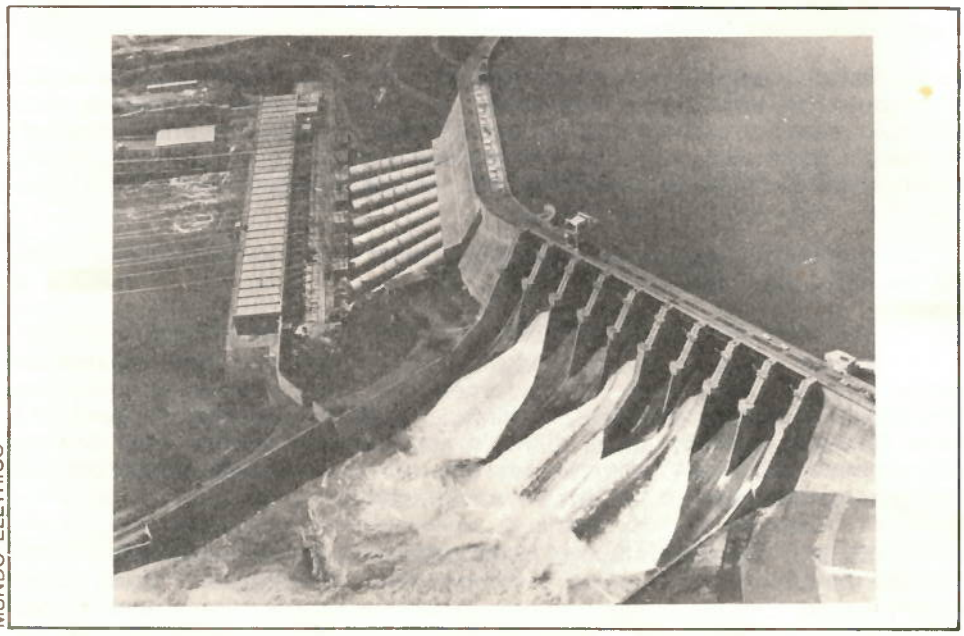
Veja, por exemplo, o que aconteceu em Nova Yorque, uma das maiores cidades dos Estados Unidos, quando uma de suas usinas geradoras foi atingida por dois raios durante uma tempestade e toda a cidade ficou sem energia elétrica. 9 milhões de habitantes ficaram sem saber o que fazer durante 24 horas, entre os dias 13 e 14 de julho de 1977. O pânico foi total. Milhares de pessoas imediatamente ficaram presas dentro dos elevadores, trens e metrô. A falta de energia em semáforos,

postes de iluminação, etc., provocou também um dos maiores congestionamentos de trânsito já verificados ao mesmo tempo em que o comércio em geral cerrava suas portas para evitar saque e depredação.

Note também, que esta dependência torna-se maior a cada dia. Diariamente, novas indústrias com enorme capacidade de consumo de energia são instaladas, para a produção de motores, equipamentos, bens de consumo em geral como, por exemplo, os aparelhos eletrodomésticos que, por sua vez, aumentam mais o consumo de energia elétrica. Portanto, não é à toa que a tecnologia lança mão de todos os recursos para conseguir eletricidade, desde uma simples roda d'água que movimenta um gerador, até as usinas nucleares e usinas solares.

Os métodos empregados variam de região para região, de acordo com os recursos disponíveis e o grau de desenvolvimento de cada país. Dentre os processos comerciais podemos destacar:

1 — USINAS HIDROELÉTRICAS - No Brasil e em vários outros países, devido ao enorme potencial de seus rios, a usina hidroelétrica é o método mais prático e econômico de se produzir energia.

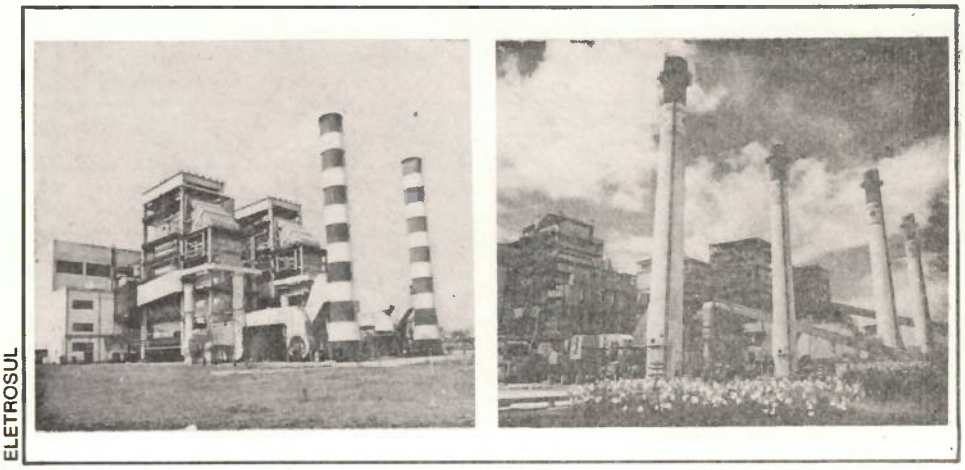


MUNDO ELÉTRICO

Figura 3
Usina hidroelétrica

Este método consiste na construção de usinas hidroelétricas que, por meio de grandes barragens, aproveitam a energia da pressão da água para impulsionar suas turbinas, as quais se movimentam, produzindo energia mecânica. Esta energia, por sua vez, atuando em um ou mais geradores, produz energia elétrica.

2 — USINAS TERMOELÉTRICAS - Este método consiste na transformação da **energia térmica** (calor) — conseguida através da combustão de carvão ou petróleo —, em **energia mecânica**. Existem dezenas de métodos, dentre os quais: turbinas a gás ou a vapor; motores a explosão e máquinas a vapor. Esta energia mecânica é utilizada para movimentar geradores, que por sua vez produzem a energia elétrica.



ELETROSUL

Figura 4
Usinas termoelétricas

3 — USINAS ATÔMICAS - Com a crise do petróleo, em 1973, este combustível — que era considerado a mais barata fonte de energia das usinas termoelétricas —, passou a onerar cada vez mais os custos de produção das referidas usinas. Novas pesquisas foram sendo desenvolvidas em busca de outras soluções. Foram aceleradas o emprego da energia nuclear, através de usinas atômicas, para gerar eletricidade. O sistema que movimenta os geradores de eletricidade, difere da termoelétrica somente no uso do combustível, urânio ao invés de petróleo. O **urânio** desprende uma grande quantidade de energia por meio da **fissão nuclear**, ou seja, através da divisão do núcleo de urânio em partes de massas comparáveis, emitindo nêutrons e liberando grande quantidade de energia.

Só para se ter uma idéia, 1 kg de urânio enriquecido, produz a mesma energia que a queima de 3 milhões de quilos de carvão, ou 12 milhões de litros de óleo combustível.

Em virtude de seu reduzido volume e do alto teor energético desprendido pelo material nuclear, atualmente, já existem motores impulsionados a energia atômica em submarinos, porta aviões, veículos espaciais, etc...

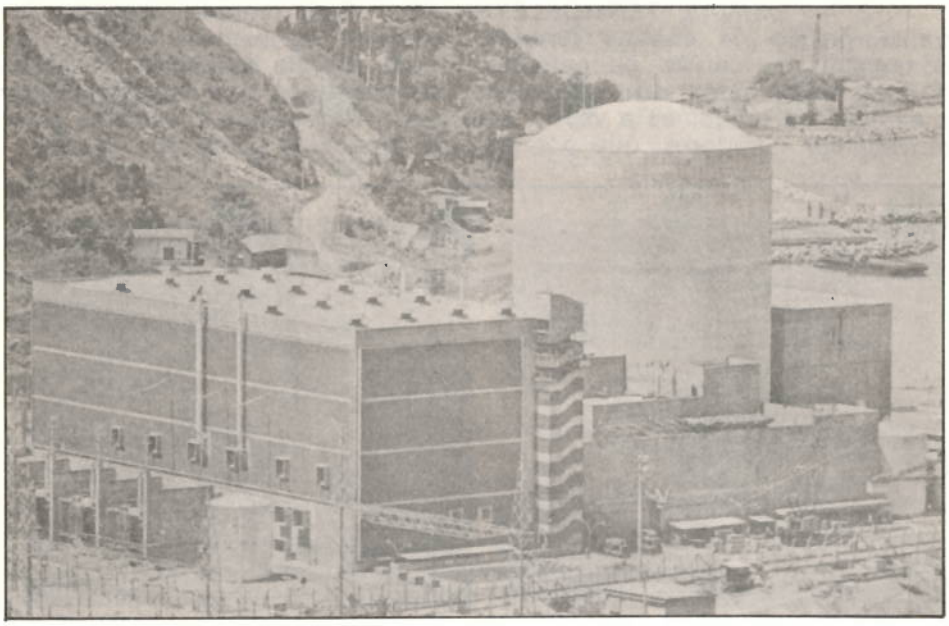


Figura 5
Usina atômica

4 — USINAS SOLARES - São o resultado da consciência dos atuais governos e cientistas quanto à necessidade de se conseguir novas e grandes fontes de energia. As usinas solares convertem a luz do sol em eletricidade. Neste sentido, há um projeto dos EUA de colocar em órbita, ao redor da lua, um gigantesco satélite artificial para realizar este trabalho de transformação. Células solares, formadas por milhares de lâminas metálicas finas, terão condições de gerar eletricidade quando expostas aos raios luminosos, ou refletores espaciais, concentrando-a em geradores de microondas direcionadas à uma antena receptora localizada próximo aos centros consumidores. Nestes locais, esta energia seria novamente transformada em eletricidade e distribuídas pela rede convencional.

Comercialmente, já existem pequenos dispositivos que utilizam a energia do sol para sistemas residenciais e industriais, como o **coletor solar** e sistemas integrados de aquecimento de água por energia solar, de fabricação nacional.

Para entendermos como o homem conseguiu dominar a eletricidade, devemos nos reportar à **natureza da eletricidade**.

Apesar da utilização da energia elétrica ser uma característica do mundo atual, a observação dos fenômenos elétricos tem raizes na Antigüidade.

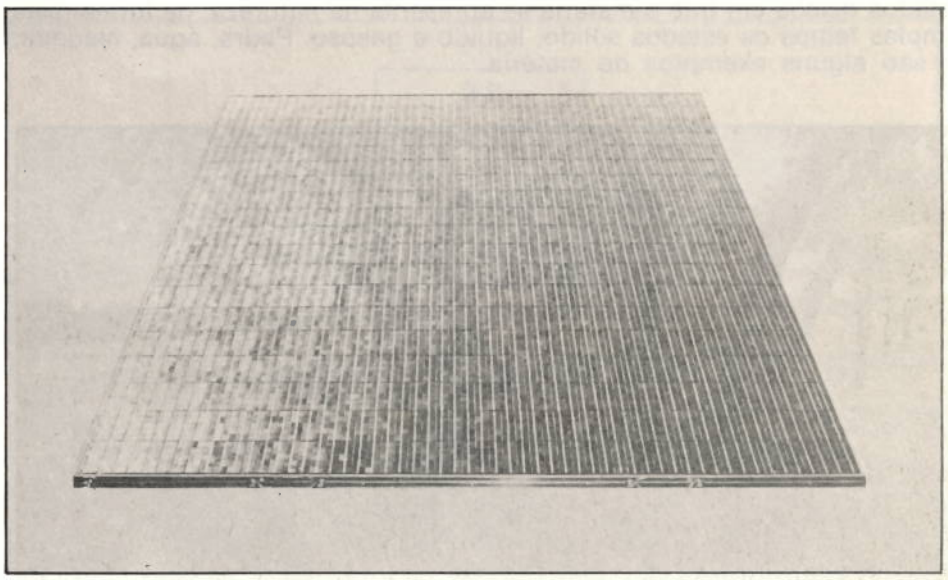


Figura 6
Painel solar

Foi o sábio grego Tales de Mileto (640-546 AC) o primeiro a observar estes fenômenos. Ele percebeu que ao esfregar um bastão de âmbar (um tipo de resina) nos pelos de certos animais, ao aproximá-lo de corpos leves como penas, fios de palha, etc., acontecia um interessante fenômeno de atração e repulsão. A palavra grega para designar âmbar é **ELEKTRON**, que por sua vez originou o termo **ELETRICIDADE**.

Mas, o que tem de significativo nesta descoberta?

Para descobrir o verdadeiro significado deste fenômeno, os cientistas lançaram-se em estudos mais aprofundados. Tanto é verdade que, hoje, a eletricidade é estudada à luz da **teoria atômica**.

O primeiro passo foi dado quando, partindo das experiências do sábio grego, os cientistas descobriram a existência de **cargas negativas** e **positivas** que originaram os fenômenos de atração e repulsão dos corpos.

Para explicá-los, a ciência admitiu a **teoria eletrônica da matéria**, pois descobriu que estas cargas estão vinculadas à estrutura dos corpos materiais.

Estudaremos algumas leis que seguem tais comportamentos. Isto será de grande importância na prática, pois é aí que estão baseados os princípios de funcionamento de todos os aparelhos elétricos e eletrônicos. Para tanto, será necessário conhecermos a **MATÉRIA** e sua constituição.

A matéria é tudo aquilo que ocupa lugar no espaço e pode ser percebido pelos nossos sentidos (tato, paladar, olfato, etc.). Dos diversos

estados físicos em que a matéria se apresenta na natureza, na forma mais simples temos os estados sólido, líquido e gasoso. Pedra, água, madeira, ar são alguns exemplos de matéria.



Figura 7
Tudo o que existe na natureza são exemplos de matéria

Se para ilustrar a matéria, pegássemos um pedaço de madeira, ao invés de uma árvore ou um tronco da mesma, chamaríamos a este pedaço de madeira de **CORPO**. Isto porque **corpo é qualquer porção limitada da matéria**. Da mesma forma, poderíamos dar outros exemplos de corpos, como o pedregulho (corpos de pedra), uma gota d'água, etc...

À medida que examinamos o universo que nos rodeia, verificamos que existem muitos tipos diferentes de matéria, pois sabemos que a água é diferente da madeira, que por sua vez é diferente da pedra, etc. **Cada tipo particular de matéria** chama-se **substância**; consequentemente existem também milhares de substâncias diferentes.

Algumas substâncias são naturais: a água, o sal, a pedra, o petróleo, os metais em geral, etc.; enquanto outras são produzidas artificialmente: a gasolina, o querosene, o óleo diesel, as tintas, as ligas metálicas, o vidro e assim por diante.

O ÁTOMO

Sabemos que a água é uma substância, ou seja, um tipo particular de matéria. Vamos examinar uma experiência com uma gota d'água para compreender a sua constituição.

Dividindo a gota ao meio, as duas metades resultantes ainda irão manter as propriedades que as caracterizam como água. Se dividirmos estas duas metades em quatro partes, novamente obteremos quatro partes de água, porém menores. Podemos continuar dividindo cada porção ao meio sucessivamente e, mesmo assim, as partes obtidas ainda conservarão as propriedades características da água.

Porém, em determinado momento dessa divisão, chegaremos a uma parte tão pequena que, se for dividida, perderá suas propriedades originais, isto é, não será mais reconhecida como água. Esta diminuta porção que ainda tem as características de água chama-se **MOLÉCULA.**

O homem ainda não conseguiu criar um microscópio ideal para observar a molécula, pois, como o microscópio também é constituído de matéria, as moléculas do microscópio se confundiriam com a molécula que se deseja observar, tornando impossível uma análise visual.

Experimentalmente verificou-se que a água é composta de três partículas extremamente pequenas e intimamente ligadas, sendo que estas partículas recebem o nome de **ÁTOMOS**. Duas destas partículas são iguais (átomos de hidrogênio), a outra é um pouco maior (átomo de oxigênio).

Em resumo, a molécula de água é constituída por dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O), quimicamente expressos pela fórmula: H_2O.

Se, numa molécula de água, conseguíssemos separar os dois átomos de hidrogênio e o de oxigênio, esta substância deixaria de ser água e passaríamos a ter somente hidrogênio e oxigênio separados, substâncias que possuem características diferentes das da água.

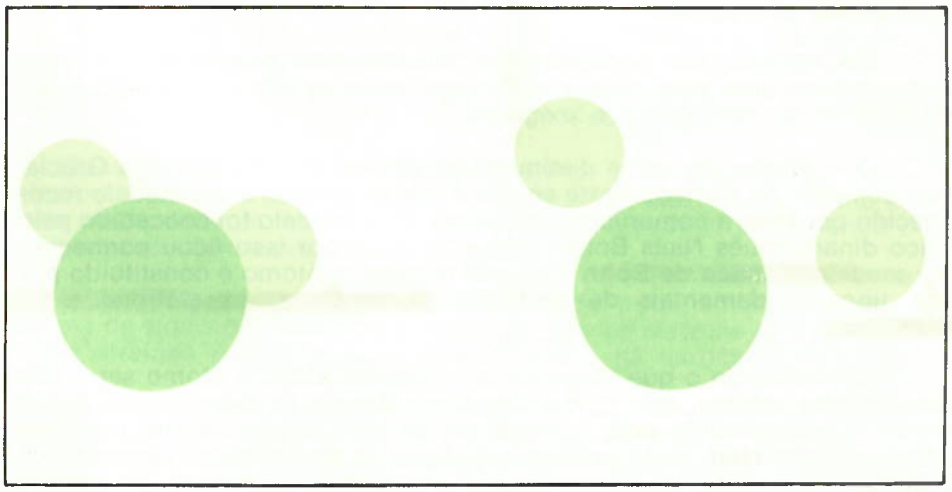
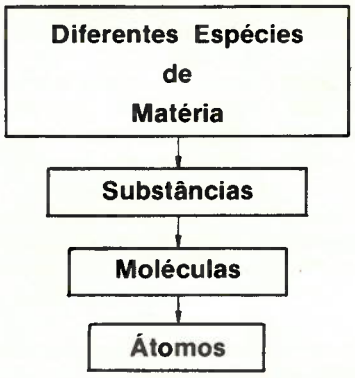


Figura 8
Representação simplificada de uma molécula de água

Podemos resumir tudo o que foi dito até aqui sobre a constituição da matéria com o diagrama a seguir:



Atualmente são conhecidos 103 tipos de átomos quimicamente diferentes, normalmente chamados **elementos químicos**. Veja a Tabela Periódica dos Elementos Químicos na página central (tabela I).

Quando reunimos átomos iguais, isto é, átomos de um mesmo elemento químico, obtemos o que se chama de **substância simples**, por exemplo, gás nitrogênio, oxigênio, etc. Quando reunimos átomos de diferentes elementos químicos, obtemos o que se chama de **substâncias compostas**. Água, sal, pedra, gasolina ... são alguns dos exemplos de substâncias compostas.

Os átomos são partículas tão infinitamente pequenas, que para poder formar uma gota d'água, seriam necessários bilhões e mais bilhões de átomos de hidrogênio e oxigênio.

O interesse por estas diminutas partículas remonta à antiga Grécia, mas somente no começo deste século é que se chegou a um modelo reconhecido por toda a comunidade científica. Este modelo foi concebido pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885 - 1962), e por isso ficou conhecido por **modelo atômico de Bohr**. Por este modelo, o átomo é constituído por três tipos fundamentais de partículas: os **prótons**, os **elétrons** e os **nêutrons**.

Contrariando o que se pensava na época, sobre o átomo ser como uma **bolinha maciça**, este modelo mostrou através de experiências que o átomo é praticamente **oco**, constituído de uma região central (maciça) denominada **núcleo**, onde existem dois tipos de partículas elementares, os prótons e os nêutrons; e uma região envolvente do núcleo, conhecida como **eletrosfera**. Na eletrosfera encontram-se os elétrons que giram em torno do núcleo, em diferentes órbitas. O elétron é tão ágil que, durante cada segundo, o mesmo realiza umas 500 trilhões de voltas completas em torno do núcleo.

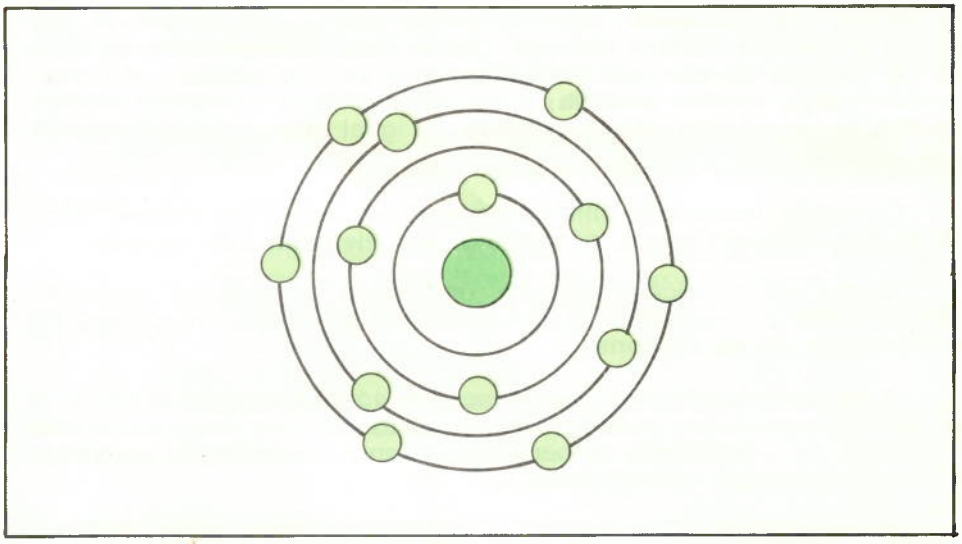


Figura 9
Modelo atômico de Bohr

Os prótons e os nêutrons estão fortemente presos ao núcleo do átomo, formando poderosos campos nucleares. Ambos possuem a mesma massa ($1{,}7 \times 10^{-24}$ g), sendo muito mais pesados que os elétrons ($9{,}1 \times 10^{-28}$ g), ou seja, a massa de cada um é de aproximadamente 1870 vezes maior que a de um elétron. Assim, comparativamente aos elétrons, os prótons e os nêutrons são verdadeiros gigantes.

Os elétrons, em movimento, formam uma espécie de casca ou concha em volta do núcleo, limitando o seu tamanho. O tamanho do átomo é de 10.000 vezes maior que o de seu núcleo. A título ilustrativo, imaginemos que a casca formada pelos elétrons seja do tamanho do estádio do Maracanã no Rio de Janeiro, Brasil. O núcleo será do tamanho de uma laranja no centro do estádio. **Isto dá uma idéia do vazio do átomo.**

O tamanho de um átomo típico está em torno de centésimos de bilionésimos de 1 milímetro. Portanto, não é de se estranhar a necessidade de bilhões e bilhões de moléculas de água, para se constituir uma pequena gota d'água, formando assim um corpo compacto que impede a penetração de outro corpo macroscópico na região do espaço em que ele se encontra. Já um projétil atômico, de dimensões comparáveis às do átomo, poderia atravessá-lo.

ELETRICIDADE ESTÁTICA

Verificou-se, experimentalmente, que os prótons e os elétrons

apresentam **comportamento elétrico**, sendo que o comportamento dos prótons é contrário ao dos elétrons. Diante disso convencionou-se dizer que os prótons apresentam comportamento elétrico **positivo**, ou seja, possuem **carga elétrica positiva**, e os elétrons comportamento elétrico **negativo**, ou seja, **carga elétrica negativa**, de igual valor ao próton, mas de sinal negativo.

Contrário destes dois últimos, os nêutrons, como seu próprio nome indica, não possuem carga, e portanto, são eletricamente neutros.

Como em condições normais, um átomo de qualquer elemento químico é eletricamente neutro, conclui-se que ele possui um número de prótons igual ao de elétrons.

A par destes conceitos, vamos recordar agora a descoberta de Tales de Mileto, analisando-a em nível atômico. O que ocorreu, nesta descoberta, foi o fenômeno conhecido pelo nome de **eletrização por atrito**, fenômeno que você mesmo pode produzir.

Vejamos estes exemplos.

Tendo-se em mãos uma régua de plástico e pedacinhos de papel, aproximando-se a régua destes, notamos que não ocorre nenhuma interação entre eles. Mas se friccionarmos a régua num pedaço de pano de seda e voltarmos a aproximá-lo dos pedacinhos de papel, notaremos que a régua **adquire** agora a propriedade de **atrair** os papéis que estão mais próximos dela. Dizemos que a régua ficou **eletrizada**, ou **eletricamente carregada**; ao contrário dos papéis que continuam se apresentando eletricamente neutros.

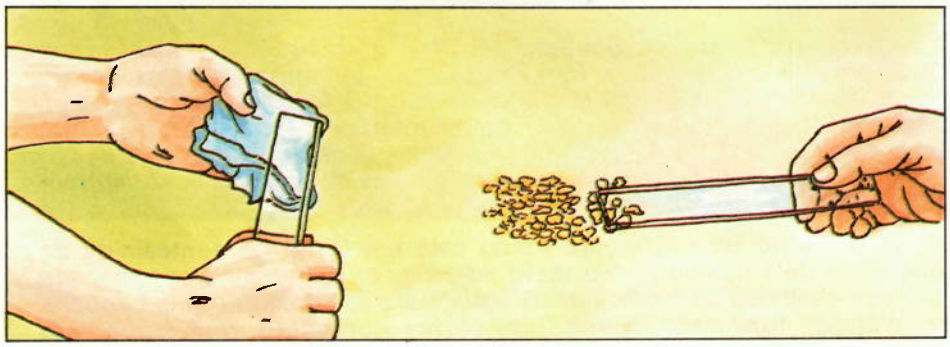


Figura 10
A eletrização por atrito, descoberta por Tales de Mileto, deu origem à descoberta das cargas negativas e positivas

A atração ocorreu devido a um desequilíbrio de carga.

Mas qual das partículas constituintes dos átomos da régua foi a responsável por este desequilíbrio?

A partícula responsável foi o elétron.

Os prótons, que também são possuidores de cargas elétricas e que poderiam ocasionar este desequilíbrio, estão fortemente presos ao núcleo e não podem, portanto, se deslocar. Os elétrons, estes sim, por influência de forças externas saem de suas órbitas e adquirem sua liberdade.

Vejamos, então, o que ocorreu efetivamente com a régua. Esta, ao ser friccionada no pano de seda, **cedeu elétrons** ao pano, ficando **eletrizada positivamente**.

Agora se friccionarmos uma barra de ebonite (substância composta de borracha e enxofre) num pedaço de lã, parte dos elétrons da lã passam para a barra, ficando esta com **excesso de elétrons** e, portanto, **eletrizada negativamente.**

Se a barra de ebonite se apresentar carregada com uma polaridade oposta à da régua de plástico, mesmo assim, estará em desequilíbrio com os pedaços de papel e, portanto, **também irá atraí-los**.



Figura 11
Eletrização por atrito com a barra de ebonite

Estes fenômenos são mais facilmente percebidos em materiais isolantes, como plástico, ebonite, âmbar, vidro, pois as cargas adquiridas ficam retidas nos pontos em que foram produzidas por longo tempo.

Observamos também, nestes exemplos, que após alguns instantes, os pedacinhos de papel se desprendem dos objetos para os quais foram atraídos. **No exemplo dos pedacinhos de papel em contato com a régua de plástico**, em função do desvio de cargas, ocorre um fluxo de elétrons no sentido dos papéis para a régua. Este fluxo tende a neutralizar o desequilíbrio e só cessa quando os corpos atingem um **determinado equilíbrio de cargas elétricas**. Neste instante se estabelece uma **ligeira repulsão** entre os papéis e a régua, por apresentarem agora a mesma polaridade. No caso, positiva.

No contato dos pedacinhos de papel com a barra de ebonite, ocorre um fluxo de elétrons no sentido inverso ao do exemplo anterior, pois os elétrons em excesso na barra se sentem atraídos pelos papéis e para lá se

movem, até que haja um equilíbrio de cargas. Neste momento, ocorre também repulsão entre os papéis e a barra, por apresentarem a mesma polaridade, neste caso negativa.

Destas simples experiências, nasceu a 1ª lei básica da eletricidade: **cargas elétricas iguais se repelem e cargas diferentes se atraem**.

Na natureza, são inúmeros os fenômenos que demonstram, por si só, os princípios que acabamos de explicar. Um dos mais notáveis é o relâmpago, que é uma descarga elétrica que ocorre entre as nuvens, ou entre as nuvens e a terra.



Figura 12
O raio é o produto da diferença de potencial entre várias partes de uma nuvem

No interior das nuvens do tipo cúmulus-nimbus, existem fortes correntes de ar ascedentes. Devido ao **atrito das moléculas do ar em movimento e do vapor de água**, várias partes das nuvens adquirem **potenciais diferentes**; segundo a teoria mais aceita, as partes superiores das nuvens tornam-se negativas enquanto as partes inferiores tornam-se positivas.

Quando a **diferença de potencial** entre as várias partes da nuvem, ou entre a nuvem e a terra, atinge o ponto de ruptura, ocorre a centelha a que chamamos de raio.

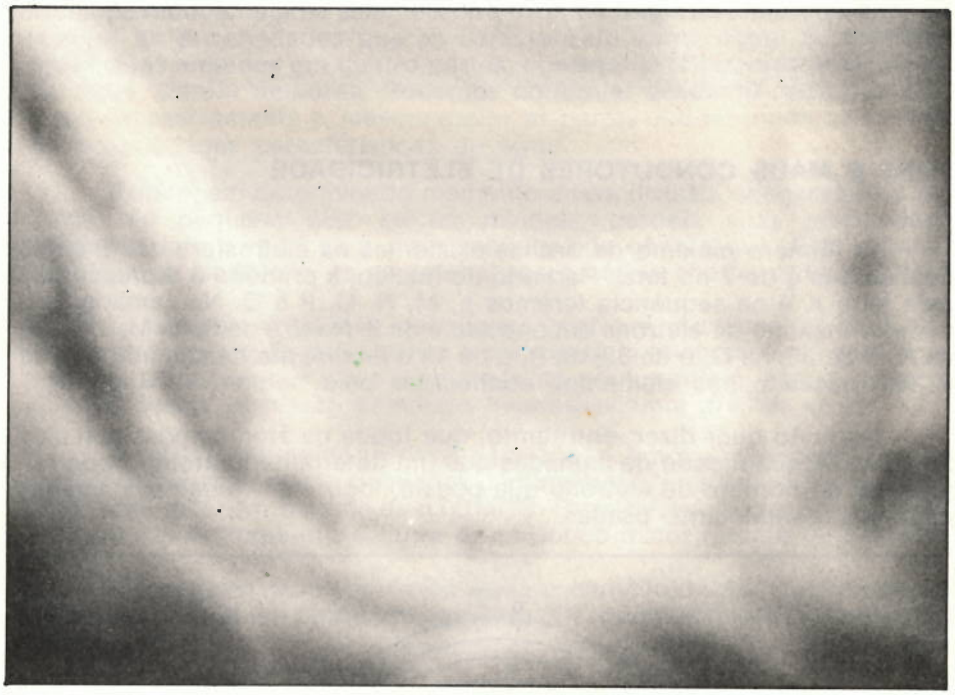


Figura 13
A nuvem apresenta várias partes com potenciais diferentes

Utilizando câmaras fotográficas especiais, observou-se que os raios são precedidos por várias faíscas piloto. Essas faíscas procuram o caminho de menor resistência, ou seja, as camadas de ar mais ionizadas e por isso apresentam uma série de ramificações.

Quando uma dessas faíscas piloto atinge a terra, geralmente nos pontos mais elevados como árvores, torres, postes, etc., uma corrente de grande intensidade se estabelece entre a terra e a nuvem, percorrendo o caminho estabelecido pela faísca piloto.

Após o enunciado da 1ª lei da eletricidade, poderíamos questionar: se cargas de sinais diferentes se atraem, por que os elétrons de um átomo não são atraídos para o núcleo, já que nestes há cargas positivas?

Bohr quando enunciou o seu modelo, também levantou esta dúvida. Entretanto, concluiu que os elétrons para não serem atraídos pelo núcleo, deveriam estar em contínuo movimento, estabelecendo assim, um **equilíbrio dinâmico** com o núcleo. Foi por isso que ele estipulou um movimento giratório dos elétrons em torno do núcleo.

Pode-se comparar este equilíbrio que ocorre na estrutura atômica, com o do nosso sistema planetário, mais particularmente entre o Sol e a

Terra, e como a Terra gira em torno do Sol, eles se mantem em **equilíbrio dinâmico**.

BONS E MAUS CONDUTORES DE ELETRICIDADE

O número máximo de órbitas existentes na eletrosfera dos átomos conhecidos é de 7 no total. Partindo do núcleo, a primeira é representada pela letra K e na sequência teremos L, M, N, O, P e Q. Na camada K, o número máximo de elétrons encontrado é de 2. Na L, é de 8; na M, é de 18, na N, é de 32; na O, é de 32; na P, é de 18 e finalmente na camada Q é de 8. Isto baseado nos elementos conhecidos pelo homem até hoje.

Isso não quer dizer, entretanto, que todos os átomos possuam as 7 camadas. A quantidade de camadas que um determinado átomo pode ter, depende do número de elétrons que possui, logo, nem todas as camadas serão necessariamente usadas.

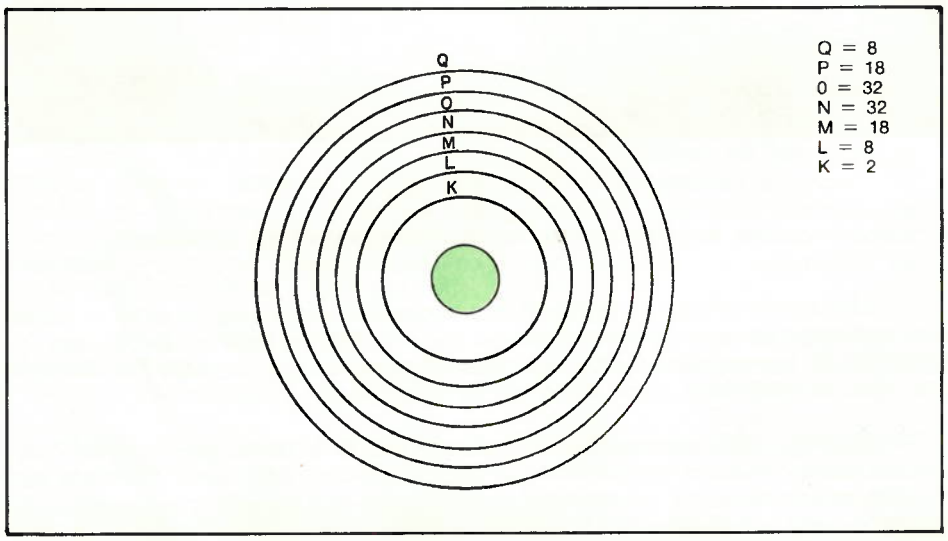


Figura 14
Número máximo de elétrons que podem existir nas órbitas de um átomo

Observando-se a tabela periódica dos elementos, dada em anexo, você verá uma sequência de números, posta na vertical, no lado direito de todos os quadradinhos dos elementos químicos. Esta sequência nos fornece a distribuição dos elétrons pelas camadas, sendo que o 1º número do alto faz referência à camada K, o 2º é referente à camada L, e assim por diante.

Chamamos de **número atômico** ao número total de elétrons existentes na eletrosfera dos elementos químicos.

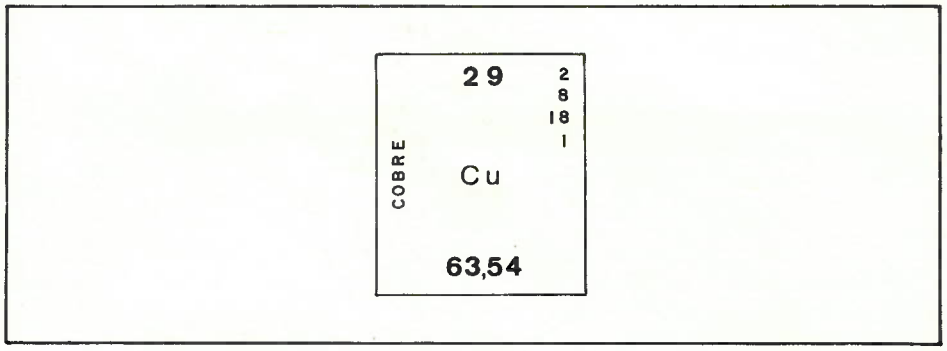


Figura 15
O átomo de cobre

Acompanhe agora, a distribuição dos elétrons do átomo de Cobre (Cu), nº atômico 29, na eletrosfera. Os 29 elétrons encontram-se distribuídos em 4 órbitas: 2 na camada K; 8 na camada L; 18 na camada M e 1 na camada N. Como este átomo possui 29 elétrons na eletrosfera, ele possui 29 prótons no núcleo.

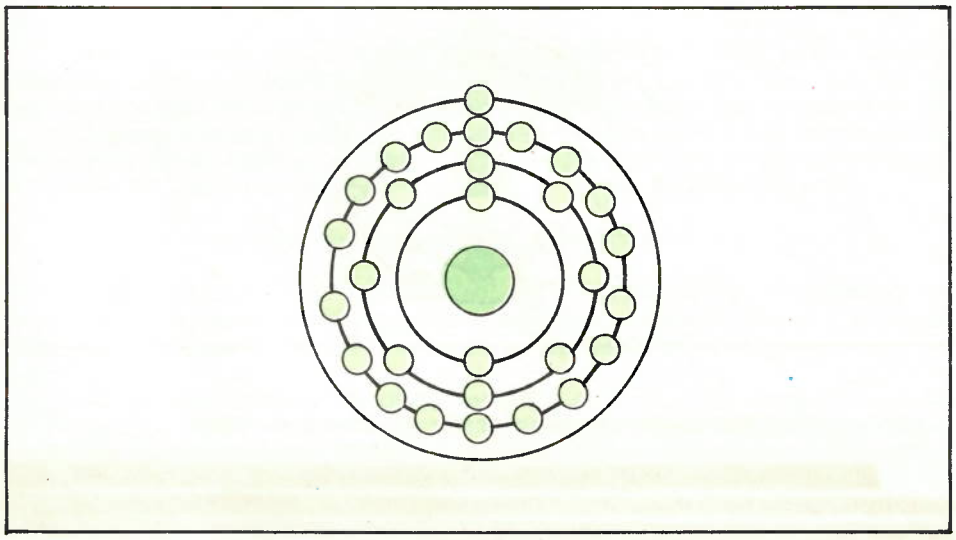


Figura 16
Representação simplificada do átomo de cobre

Observe que antes de distribuir o último elétron na camada N, as anteriores já foram preenchidas.

O átomo de Silício (Si) possui no total 14 elétrons, assim distribuídos: 2 na camada K; 8 na camada L e 4 na M. Veja a figura 17.

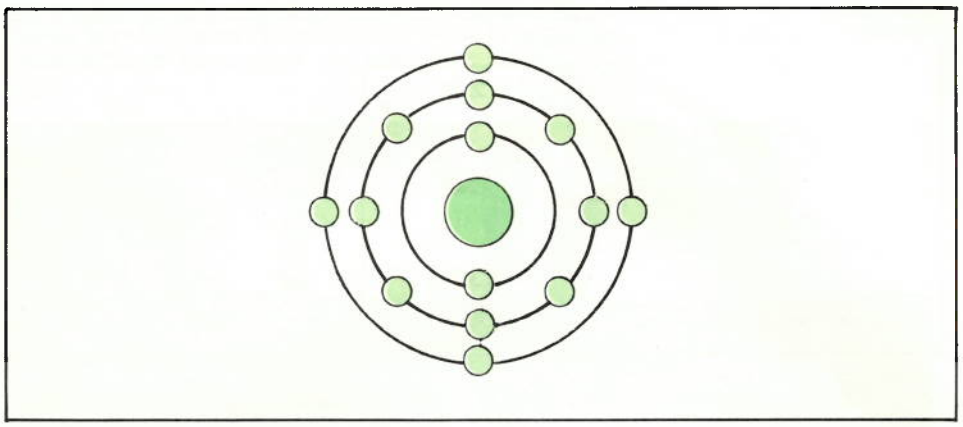


Figura 17
Representação simplificada do átomo de silício

O átomo de Cloro (Cl) possui 17 elétrons, no total, assim distribuídos: 2 na camada K; 8 na L e 7 na M. Veja abaixo.

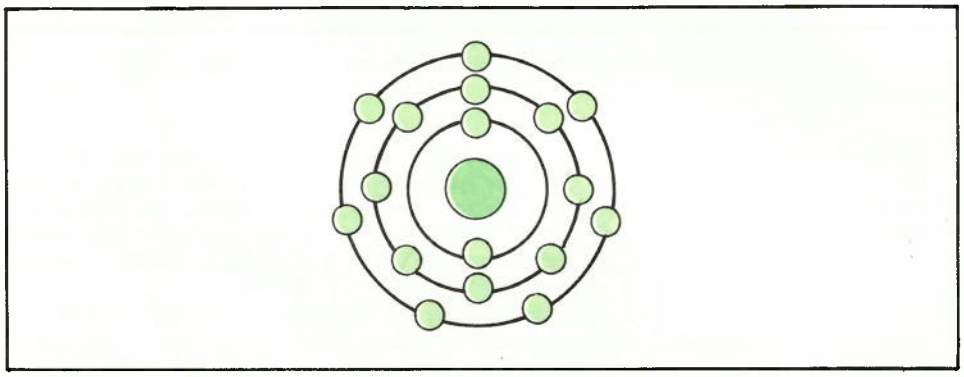


Figura 18
Representação simplificada do átomo de cloro

No campo da eletricidade, que nos interessa mais especificamente, veremos que é muito importante estudarmos o comportamento dos elétrons na última camada dos átomos. Chamaremos a esta última camada de **externa**, ou **camada de valência** do átomo.

Para facilitar estas explicações consulte na tabela dos elementos químicos, o número de elétrons por camada. Veja a tabela I.

Conforme já vimos, num átomo, a carga total positiva é contrabalanceada pela carga total negativa, pois o efeito de um próton é contrário ao de um elétron. Portanto, para cada próton no núcleo, haverá um elétron que o anula na eletrosfera.

Em determinadas condições, é possível alterar o equilíbrio natural de um átomo, fazendo com que perca ou ganhe elétrons. Quando isto acontece, dizemos que o átomo se transformou num **ÍON**.

Se um átomo perde um ou mais elétrons, os prótons predominarão sobre os elétrons restantes, de forma que a carga total do átomo será **positiva**. Neste caso, dizemos que o átomo se transformou em um **íon positivo** ou **cátion**. Ao contrário, se o átomo ganhar um ou mais elétrons, se transformará num **íon negativo** ou **ânion**.

Na tabela I, descrevemos em ordem crescente, os elementos químicos em função do seu número atômico. Esta ordenação está subdividida em 7 grupos em função do número de camadas utilizadas.

Observe que no primeiro grupo estão os elementos que se utilizam apenas de uma camada para distribuir seus elétrons; no segundo grupo que se utilizam de duas camadas; no terceiro de três camadas e assim por diante.

Vemos que existe um número variável de elétrons na camada de valência dos elementos químicos que, salvo os do grupo I, varia de 1 a 8 no máximo.

Os cientistas notaram que quanto mais elétrons o elemento tiver na sua camada de valência, tanto maior será a sua **estabilidade**, ou seja, tanto **menor será a sua tendência de reagir com outros elementos químicos**, aceitando ou doando elétrons.

Desta forma, não só os elementos que possuem 8 elétrons em sua última camada, como o Neônio, o Argônio, o Criptônio, o Xenônio, o Radônio, mas também o Hélio que possui a sua última camada, que é ao mesmo tempo a primeira, totalmente preenchida (por ter apenas 2 elétrons na eletrosfera), são considerados estáveis e, por este motivo, são conhecidos como **gases nobres**.

Existem elementos químicos que têm poucos elétrons na sua camada de valência, razão pela qual se apresentam **fracamente presos ao núcleo**. Assim, ao receberem **uma certa quantidade de energia mesmo que pequena**, se libertam da influência do núcleo e passam a gravitar o núcleo dos átomos vizinhos. Estes elétrons, que se libertam da atração do seu respectivo núcleo, são chamados de **elétrons livres**. É justamente nestes elétrons livres que se baseia o fenômeno da corrente elétrica, fundamento essencial do nosso curso.

Os elementos que possuem a característica acima mencionada são chamados de **bons condutores de eletricidade**.

Os metais em geral (veja a tabela periódica), as soluções de ácidos e os gases ionizados são alguns dos exemplos de corpos bons condutores.

Os elétrons livres, na realidade, realizam um movimento desordenado pelas vizinhanças dos átomos dos corpos condutores, formando uma verdadeira nuvem de cargas elétricas.

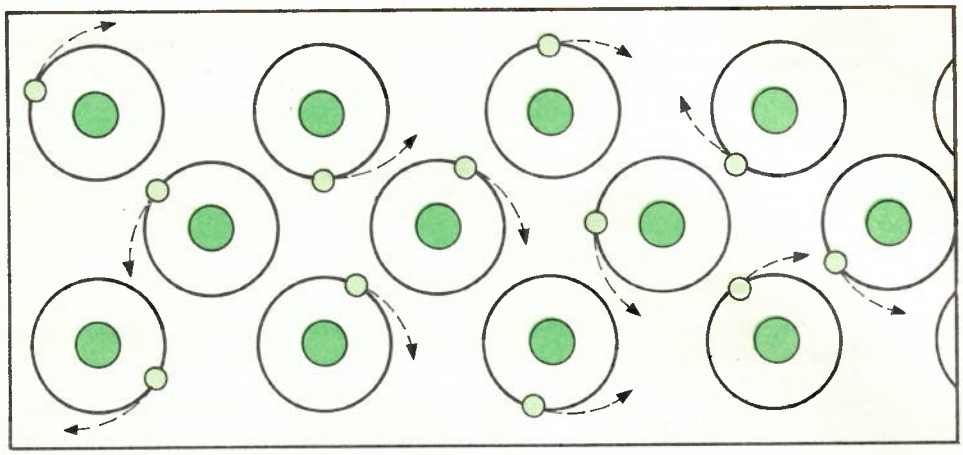


Figura 19
Representação do movimento caótico dos elétrons livres no condutor

Outras substâncias, ao contrário dos condutores, são constituídas de elétrons fortemente atraídos pelos seus núcleos, formando uma estrutura eletrônica difícil de ser rompida. Estas substâncias são classificadas como materiais **maus condutores**, ou simplesmente isolantes. A mica, a porcelana, a borracha, o plástico e o vidro são alguns dos exemplos de isolantes.

Concluímos assim, que uma substância é classificada como **condutora** ou **isoladora**, segundo o grau de dificuldade ou facilidade com que os elétrons podem ser desalojados da camada de valência de seus átomos.

SEMICONDUTORES

Determinar se um corpo é condutor elétrico ou isolante, não é tarefa simples. A quantidade de elétrons livres, bem como o seu grau de mobilidade, varia muito de uma substância para outra, tornando-se necessário a classificação de certos elementos em uma categoria intermediária: a dos **semicondutores**. Dentre estes, podemos citar o Boro, o Germânio, o Silício, etc...

A distribuição destes átomos numa substância produz uma estrutura cristalina, que obedece a uma configuração, na qual cada átomo ocupa uma determinada posição simétrica em relação ao outro. Desta forma, os átomos das substâncias semicondutoras estão distribuídos na matéria de maneira bem definida, conforme ilustramos na figura 20.

Na tecnologia atual, estes semicondutores são largamente uti-

lizados, como por exemplo, na fabricação de diodos, transistores, circuitos integrados, etc...

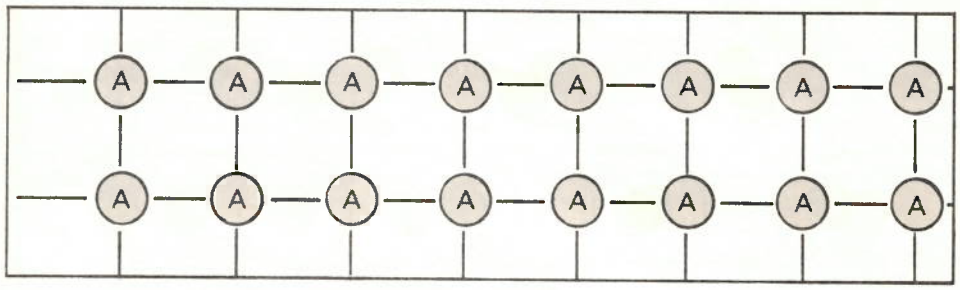


Figura 20
Ilustração de uma estrutura cristalina de um semicondutor

NATUREZA E SENTIDO DA CORRENTE ELÉTRICA

Num pedaço de fio de cobre, por exemplo, o próprio calor ambiente faz com que os átomos de cobre comecem a **produzir elétrons livres** em **movimento desordenado**. Este movimento não é o suficiente para produzir corrente elétrica; é necessário um agente externo que coordene esse movimento em determinada direção para só então, produzir a corrente elétrica.

Esta movimentação ocorre de átomo para átomo, já que é improvável que um elétron se desloque além da distância entre dois átomos vizinhos.

Considerando o número fantástico de átomos que existe no fio de cobre, é fácil imaginar o número fabuloso de elétrons livres que integram uma corrente eletrônica. O fluxo de elétrons atinge a incrível velocidade de 300 mil quilômetros por segundo aproximadamente.

Se tivermos numa das pontas do fio de cobre um acúmulo de cargas positivas e, na outra ponta, uma acúmulo de cargas negativas, os elétrons livres se deslocarão no sentido das cargas negativas para as positivas. Este é o sentido real da corrente elétrica.

Talvez você tenha ouvido falar do **sentido convencional** da corrente elétrica, que é justamente o contrário do sentido real, isto é, do positivo para o negativo. Por ser este sentido o mais usado, ele será adotado pelo nosso curso.

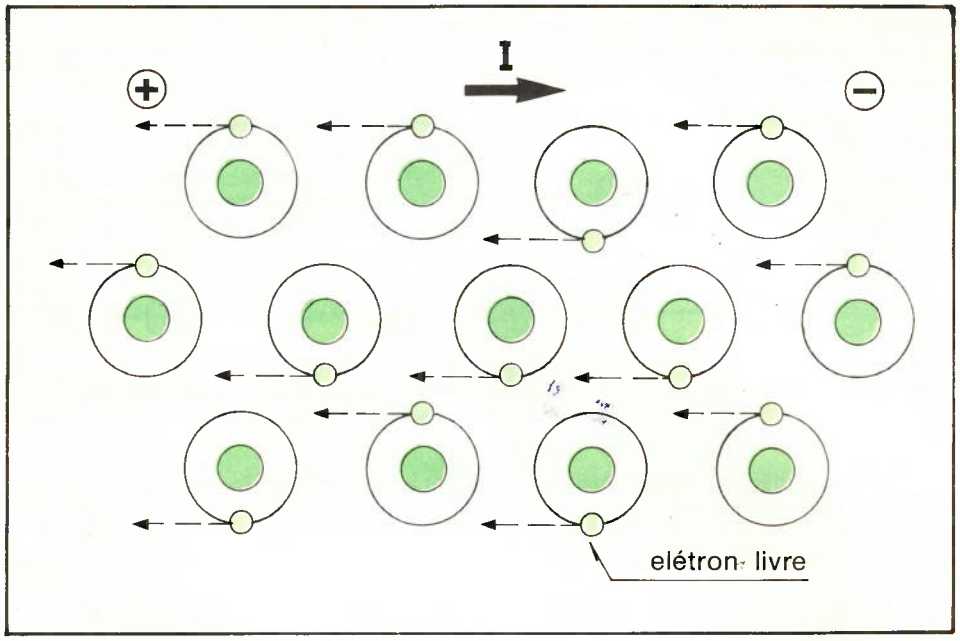


Figura 21
Representação do sentido convencional da corrente elétrica

FORÇA ELETROMOTRIZ (fem) E DIFERENÇA DE POTENCIAL (ddp)

A força ou pressão necessária para fazer passar os elétrons livres de um átomo para outro num fio condutor chama-se **força eletromotriz.** É uma força que precisa ser exercida continuamente, para manter o fluxo da corrente elétrica. O aparelho capaz de manter esta energia fluindo continuamente é chamado de **gerador de força eletromotriz,** e a energia é chamada de **tensão elétrica.** Os exemplos mais comuns destes aparelhos são as pilhas, os acumuladores e os geradores elétricos.

Nos terminais da fonte geradora da força eletromotriz, encontramos uma **diferença de potencial**, ou **ddp**, que vem a ser uma desigualdade de cargas elétricas. Nestas condições, o pólo que contém a maior concentração de elétrons é denominada de **pólo negativo** (-) e o de menor concentração de **pólo positivo** (+).

Vimos que as primeiras experiências elétricas foram efetuadas com eletricidade estática, gerada pela fricção de dois corpos. No entanto, estas experiências não tiveram aplicação fora dos laboratórios científicos. A

invenção da pilha, em 1800 pelo físico italiano Alessandro Volta, abriu perspectivas muito mais amplas para a eletricidade. A pilha voltaica, como ficou conhecida, foi a primeira fonte de força eletromotriz, constituída por uma pilha de chapas de materiais diferentes, emergidas em uma solução salina. Empilhavam-se, alternadamente, as chapas de zinco e de prata, separadas por discos de feltro ou de papel embebidos em água salgada.

Esta pilha, porém, apresentava algumas desvantagens: as placas de zinco dissolviam-se, mesmo quando a pilha não estava em uso, e a tensão elétrica decrescia à medida que as placas iam se cobrindo de bolhas de hidrogênio, resultantes da reação.

No decorrer dos anos, esta pilha foi sendo aperfeiçoada até chegar à atual pilha seca, utilizada em milhares de aplicações. Por outro lado, embora existam no comércio uma infinidade de dispositivos capazes de gerar força eletromotriz, a pilha é a mais comumente usada e a de mais fácil obtenção.

Mediante uma reação química que ocorre no interior da pilha (e que veremos em futuras lições) um grande número de elétrons, que se desprendem dos átomos do material existente no interior da pilha, vão se acumular num dos pólos da pilha.

Agora, assim como nas demais lições do curso, antes de responder os exames, leia rapidamente todas as questões e verifique se ainda lhe resta alguma dúvida. Em caso positivo, releia a lição em sua sequência, com calma, sem se preocupar em encontrar a resposta.

Para um completo êxito nos seus estudos, é importante que você assinale as respostas normalmente, sem folhear as páginas da lição. Assim procedendo, é sinal de que você assimilou perfeitamente o conteúdo da lição estando, portanto, apto para prosseguir em seus estudos.

OCCIDENTAL SCHOOLS

Exame da Lição

EB-1

OBSERVAÇÕES

- Cada questão apresenta TRÊS respostas
- Somente UMA delas está correta
- Marque a que julgar CORRETA
- Transcreva suas alternativas para a FOLHA DE RESPOSTAS
- Devolva a folha de respostas preenchida em sua próxima correspondência, anotando também no envelope o seu número de matrícula.

1 — A menor partícula em que a matéria pode ser dividida, sem que esta perca suas características individuais é:

a) o átomo
b) o corpo da matéria
c) a molécula

2 — O átomo é constituído por:

a) prótons e nêutrons no núcleo e elétrons na eletrosfera
b) nêutrons e elétrons no núcleo e prótons na eletrosfera
c) nêutrons no núcleo e elétrons na eletrosfera

3 — Podemos afirmar que:

a) as propriedades elétricas de um átomo dependem quase que inteiramente da camada de valência da eletrosfera
b) os elétrons são atraídos pelo núcleo, pois não estão em equilíbrio dinâmico em função do seu movimento contínuo ao redor do núcleo
c) o número máximo de órbitas existentes na eletrosfera dos átomos é de 8, no total

4 — Podemos dizer que um corpo está eletrizado quando:

a) *cede ou recebe elétrons*
b) *tem o número de nêutrons diferente do número de elétrons*
c) *cede ou recebe prótons*

5 — Podemos afirmar que:

a) *o aumento de intensidade da corrente elétrica está diretamente relacionada com o aumento do número de elétrons livres que integram um fluxo ordenado de elétrons*
b) *a força eletromotriz é a força necessária para fazer com que o elétron livre de um átomo passe para outro, através de um fio condutor*
c) *as alternativas a e b estão corretas*

6 — A 1ª lei básica da eletricidade diz que:

a) *corpos de cargas iguais se repelem e de cargas diferentes se atraem*
b) *corpos de cargas diferentes se repelem*
c) *não ocorre interação entre dois corpos de cargas iguais*

7 — Podemos afirmar que:

a) *cátion é um átomo que recebeu elétrons*
b) *o silício possui 14 elétrons na eletrosfera, assim distribuídos: 2 na camada K; 8 na L e 4 na M*
c) *quanto mais preenchida estiver a última camada menos estável estará o átomo*

8 — A corrente elétrica é produzida quando:

a) *os prótons conseguem se desprender do núcleo do material condutor*
b) *existe um movimento ordenado de elétrons livres fluindo pelo material condutor*
c) *se tem elétrons livres no material condutor*

9 — Podemos afirmar que:

a) *o pólo de uma bateria que tiver maior concentração de elétrons é denominado pólo positivo*
b) *o gerador de força eletromotriz é um aparelho capaz de manter um movimento caótico de elétrons num material condutor*
c) *as alternativas a e b estão incorretas*

10 — Um átomo em seu estado natural é eletricamente:

a) *neutro*
b) *positivo*
c) *negativo*

MEMBRO DA AECS ASSOCIATION OF EUROPEAN CORRESPONDENCE SCHOOLS

OCCIDENTAL SCHOOLS
DIREITOS RESERVADOS

Printed in Brazil
Impresso no Brasil