

Introdução

Esta é a primeira aula do seu curso sobre materiais para a indústria mecânica. E sabe por onde vamos começar? Pelo começo, naturalmente! E onde está esse “começo”? Está no próprio material, em uma coisinha bem pequenininha chamada átomo.

O átomo, que não dá para a gente ver nem com um microscópio, determina se o material é aço, plástico, madeira ou ar. Estabelece a maneira como cada material se comporta na natureza e também como ele “funciona” diante dos processos de fabricação e da utilização do dia-a-dia.

O conhecimento dos fatores que governam as propriedades dos materiais é importante para o profissional da indústria metalmeccânica, cuja função é produzir materiais e peças com propriedades que atendam às mais diversas aplicações e solicitações de uso.

Esses fatores estão relacionados com a estrutura geral do átomo que, no final, diferencia um material do outro. Sabendo isso, é possível prever o que vai acontecer quando um material é aquecido, resfriado, dobrado, esticado, torcido, lixado, cortado. Ou seja, tudo o que você faz quando quer fabricar qualquer coisa.

O assunto é fascinante. Parece até mágica, mas não é. São apenas algumas leis da Química e da Física, trabalhando para a gente. Fique ligado.

Um pouco de história e um pouco de química

Uma das coisas que torna o homem diferente dos outros animais que vivem em nosso planeta é sua inteligência. E essa inteligência gerou o inconformismo por não entender como as coisas “funcionam” no universo. Por isso, desde muito cedo, ele começou a pensar e fazer hipóteses sobre esse funcionamento, já que não tinha instrumentos para comprovar suas teorias. A coisa mais fascinante de tudo isso é que, muitas vezes, o homem acertou.

Uma das hipóteses mais importantes que esse passado nos deixou, foi aquela feita por um grego chamado Demócrito. Ele sugeriu que toda a matéria é composta de pequenas partículas que ele chamou de átomos. Essa palavra grega quer dizer “indivisível” e ele a usou porque achava que o átomo era tão pequeno que não podia mesmo ser dividido.

Fique por dentro

Quando o átomo é dividido em partículas, ele libera grande quantidade de energia. Foi esse conhecimento que permitiu a criação da bomba atômica, cuja explosão é resultado de uma divisão do átomo.

Hoje sabemos que os átomos são formados de várias partículas ainda menores. Porém, esse conceito de indivisibilidade, vindo da antiguidade grega, ainda é válido e se transformou na base da Química moderna. E isso levou um bocado de tempo, porque foi só em 1808 que o químico inglês, John Dalton, estabeleceu sua Teoria Atômica. Em 1868, o russo Demitir Mendeleiev elaborou a primeira classificação geral dos elementos. Esse trabalho deu origem à tabela periódica que hoje conhecemos. Ele permitiu prever as propriedades e descobrir elementos que Demitir e cientistas de sua época ainda não conheciam.

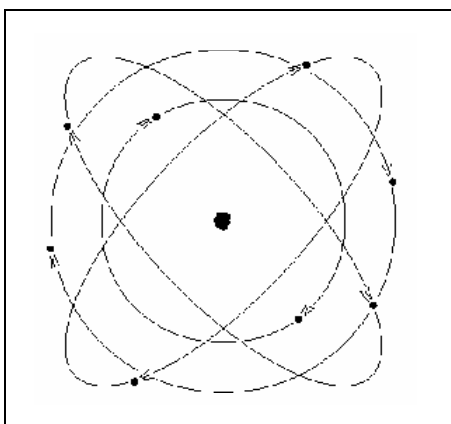
Fique por dentro

A tabela periódica reúne, em grupos, elementos que têm propriedades químicas e físicas (mecânicas, magnéticas e elétricas) semelhantes.

Conhecer as leis que comandam essas partículas permite, pois, explicar porque alguns materiais são mais resistentes ou mais frágeis que outros.

E o que você precisa saber sobre isso? Em primeiro lugar, que tudo o que existe é composto de átomos. E que os átomos são formados de várias partículas e que aquelas que mais nos interessam são os prótons, os elétrons e os neutros.

A teoria diz que no átomo existe um núcleo formado pelos prótons e pelos neutros. Por convenção, os prótons são partículas com cargas positivas, e os neutros, partículas estáveis que têm pouca influência sobre as propriedades físicas e químicas mais comuns dos elementos. Os elétrons, carregados negativamente, giram em órbitas em volta desse núcleo.



De acordo com esse modelo, as órbitas são arrumadas em até sete camadas, das quais a última é chamada de camada de valência. Para que um átomo seja estável, ele deve ter 8 elétrons nessa camada.

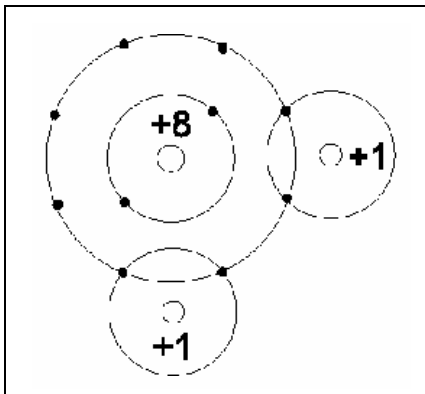
Fique por dentro

O hélio tem apenas dois elétrons em sua camada de valência.

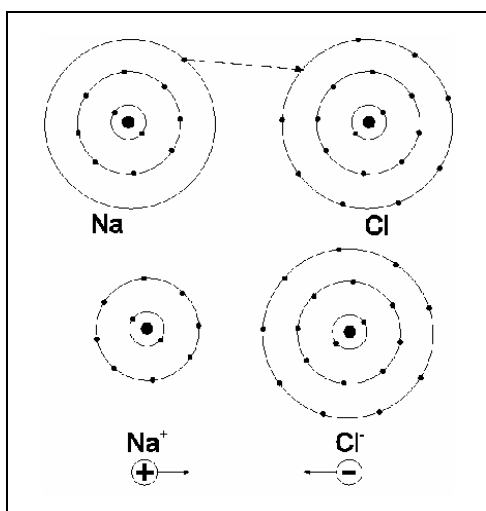
Acontece que somente poucos átomos, os dos chamados gases nobres (hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio e radônio), são estáveis. Isso significa que todos os outros átomos, para se tornarem estáveis, combinam-se entre si, cedendo, recebendo ou

compartilhando elétrons, até que a última camada de cada um fique com oito elétrons. É dessas combinações que surgem todos os materiais que conhecemos.

Quando os átomos compartilham elétrons, acontece o que chamamos de ligação covalente. É o caso, por exemplo, da formação da molécula de água, obtida pela união de dois átomos de hidrogênio com um átomo de oxigênio. Essa ligação é muito forte e está representada na ilustração ao lado.



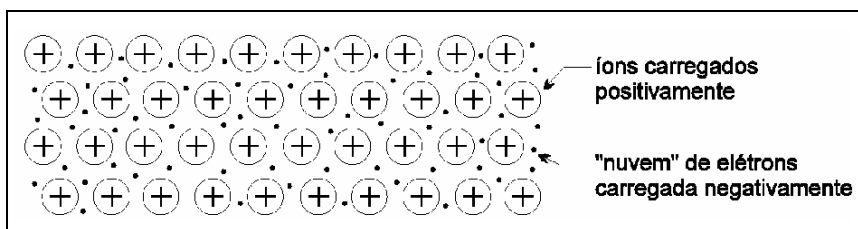
Quando um dos átomos cede, definitivamente, os elétrons da última camada e o outro recebe, definitivamente, esses elétrons, ocorre a chamada ligação iônica. É o que acontece, por exemplo, na formação do cloreto de sódio, ou seja, o sal que a gente usa na cozinha, composto por um átomo de sódio e um átomo de cloro.



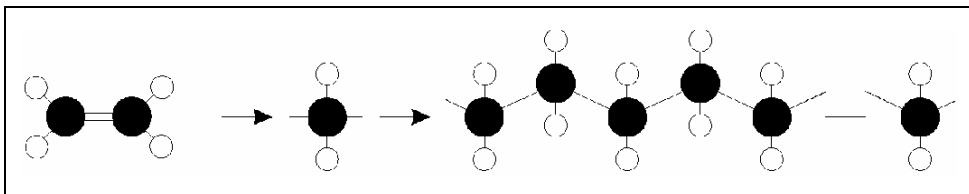
Existe ainda um terceiro tipo de ligação: é a ligação metálica, responsável, entre outras propriedades, pela elevada condutividade térmica e elétrica que todos os metais possuem, causada pela mobilidade dos elétrons de valência.

E como a ligação metálica acontece? Para explicar isso, precisamos saber inicialmente que os átomos dos metais apresentam poucos elétrons na camada de valência. Esses elétrons podem ser removidos facilmente, enquanto que os demais ficam firmemente ligados ao núcleo. Isso origina uma estrutura formada pelos elétrons livres e por íons positivos constituídos pelo núcleo do átomo e pelos elétrons que não pertencem à camada de valência.

Como os elétrons de valência podem se mover livremente dentro da estrutura metálica, eles formam o que é chamado de “nuvem eletrônica”. Os íons positivos e a nuvem eletrônica negativa originam forças de atração que ligam os átomos de um metal entre si. A representação desse tipo de ligação é mostrada a seguir:



A união entre os átomos, feita por meio de ligações covalentes, recebe o nome de molécula. As moléculas podem conter muitos átomos. É o caso, por exemplo, dos compostos orgânicos, formados pela combinação de carbono com hidrogênio (principalmente), cujas moléculas (as macromoléculas) contêm muitas centenas de átomos. Elas formam, entre outros, os superpolímeros, mais comumente conhecidos como materiais plásticos.



Fique por dentro

Por convenção, na representação esquemática das moléculas, os átomos de hidrogênio são sempre representados por bolinhas brancas. Os átomos de carbono, por sua vez, são representados por bolinhas pretas.

Essas uniões entre os átomos implicam intensas forças de atração atômica, responsáveis por propriedades importantes dos materiais, como o ponto de fusão e a resistência mecânica. Guarde essas informações porque elas são muito importantes.

Este curso é feito de tal modo que as informações são divididas em pequenos blocos que você vai aprendendo e juntando na cabeça até formar uma grande rede de conhecimento. Então, vamos dar uma paradinha para estudar?

Forças de atração atômica

São as forças de atração e repulsão entre partículas carregadas eletricamente. Em um material sólido, na temperatura ambiente, as forças de atração predominam e os átomos se organizam de acordo com uma configuração fixa.

Para parar e estudar

Quando a gente estuda, principalmente sozinho, é muito importante não deixar informações para trás. Por isso, releia com atenção a primeira parte desta aula. Anote o que você achar importante, estude suas anotações e faça os exercícios a seguir.

Exercícios

1. Responda às seguintes perguntas:

- Qual foi a hipótese que Demócrito levantou sobre a matéria?
- Atualmente, o que a teoria química diz sobre os átomos?
- Como é o comportamento dos elétrons?

- d) O que é uma camada de valência?
 - e) Quantos elétrons deve ter a camada de valência para que o átomo seja considerado estável?
 - f) O que é ligação metálica?
 - g) Como os átomos se combinam para formar as moléculas?
 - h) O que mantém as moléculas unidas?
 - i) O que são forças de atração atômica?
2. Nas afirmações a seguir, escreva C nas afirmações corretas e corrija as que julgar erradas:
- a) () A ligação metálica é gerada pela força de atração entre íons positivos e elétrons livres.
 - b) () As órbitas dos elétrons são chamadas de camada de valência.
 - c) () A ligação metálica é responsável pela alta condutividade elétrica e térmica dos metais.
 - d) () A ligação iônica acontece quando um átomo cede elétrons de sua camada externa e outro átomo recebe esses elétrons.
 - e) () As moléculas são formadas pela combinação dos átomos por meio de ligações covalentes.
 - f) () Os compostos orgânicos são formados pela ligação entre átomos de carbono e hidrogênio.
 - g) () Em um material líquido, na temperatura ambiente, as forças de atração predominam e os átomos se organizam segundo uma configuração fixa.

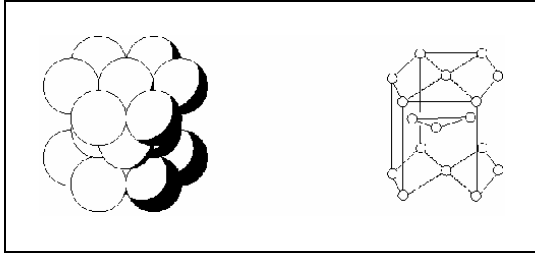
Estrutura cristalina? O que é isso?

Se você pudesse ampliar a maioria dos materiais sólidos a ponto de ver as partículas que o compõem, observaria que essas partículas se arrumam de uma forma muito organizada.

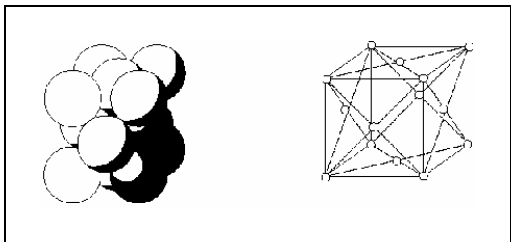
Essa organização parece uma rede em três dimensões que se repete em todo o material. Ela é chamada de estrutura cristalina. Materiais metálicos, como o ferro, o aço, o cobre e materiais não-metálicos, como a cerâmica, apresentam esse tipo de estrutura. No caso das pedras preciosas e do quartzo, por exemplo, essa

repetição muitas vezes controla a forma externa do cristal.

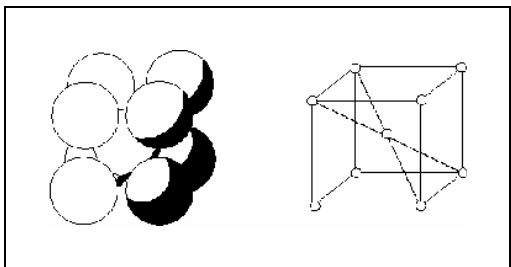
Dependendo da forma geométrica que essas estruturas cristalinas apresentam, elas recebem um nome. Assim, se você tiver metais como berílio, zinco e cádmio, a estrutura formada será um prisma hexagonal, com três átomos dentro dela. Essa estrutura se chama hexagonal compacta, ou **HC**.



Se os metais a sua disposição forem alumínio, níquel, cobre, prata, ouro, platina, chumbo, por exemplo, a estrutura terá a forma de um cubo com um átomo em cada uma de suas faces. Essa estrutura recebe o nome de estrutura cúbica de face centrada, ou CFC.



Metais como ferro, cromo, tungstênio, molibdênio apresentam a estrutura em forma de cubo com um átomo extra em seu centro. Essa estrutura recebe o nome de estrutura cúbica de corpo centrado, ou CCC.



Observe que usamos duas formas para representar a estrutura:

como esferas cheias, encostadas umas nas outras e, em desenho esquemático, para facilitar a visualização da forma geométrica.

Laminação

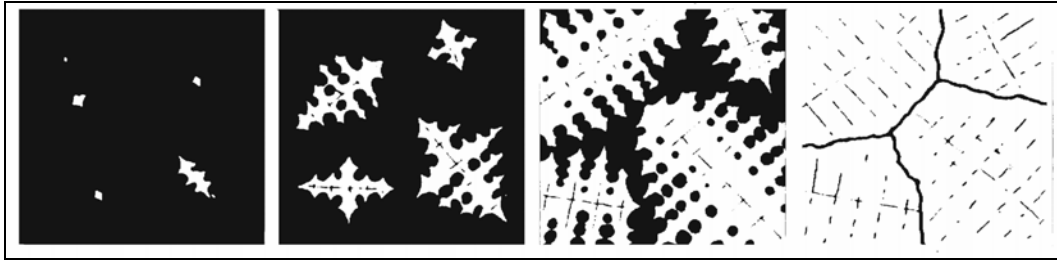
É um processo de fabricação por conformação mecânica, no qual uma barra grossa de metal, chamada **lingote**, é passada entre dois rolos, os cilindros laminadores, para se transformar em uma chapa. É exatamente como o pasteleiro “abre” sua massa de pastel.

Na representação com esferas, observe como elas estão organizadas muito juntas. Porém, por mais juntas que estejam, há espaços vazios entre elas, como uma pilha de laranjas arrumadas na banca da feira. Quando os metais são deformados por processos mecânicos, como a laminação, as camadas de átomos deslizam umas sobre as outras ao longo dos planos de átomos que se formam nas estruturas cristalinas. Esses planos são chamados de planos cristalinos.

Estruturas cristalinas cúbicas possuem mais planos de átomos do que as estruturas hexagonais. Por isso, é mais fácil deformar um material que possui estrutura cúbica, como o alumínio, o cobre e o ferro, do que um metal que possui estrutura hexagonal como o magnésio e o cádmio.

Ao estudar os metais e suas propriedades, você também ouvirá falar de defeitos cristalinos. Esses defeitos, que se formam na maioria das vezes durante o processo de fabricação, surgem na forma de contorno dos grãos, por exemplo.

E como o contorno do grão se forma? É simples. Durante o processo de solidificação de qualquer metal, a formação dos cristais se inicia em diversos pontos ao mesmo tempo. Nos locais onde esses cristais se encontram, forma-se uma área de transição com átomos que não pertencem a nenhum dos cristais.



Na região dos contornos dos grãos, a deformação é mais difícil, pois os planos cristalinos são interrompidos, dificultando o deslizamento. Por isso, a ruptura de um metal, na maioria dos casos, acontece no contorno do grão.

Como você vê, pouco a pouco a estrutura dos materiais começa a ajudar a explicar suas propriedades. Mas, quais são elas? Já citamos aqui o ponto de fusão, a solubilidade, a resistência mecânica, a ductilidade. Só que não dissemos o que isso significa para o material. Será que é bom? Será que é ruim? São só essas as propriedades? O assunto é intrigante, mas vamos fazer suspense, porque só vamos falar sobre isso na próxima lição. Por enquanto, fique com os nossos exercícios.

Para parar e estudar

O objetivo destas paradas é estratégico: é um tempo para você reler esta parte da aula, fazer anotações, aprender. Os exercícios são para ajudar. Vamos a eles.

Exercícios

3. Responda a estas perguntas:

- a) O que é a estrutura cristalina?
- b) Cite alguns materiais que têm estrutura cristalina.
- c) Cite os três tipos de estrutura cristalina que existem.
- d) Por que é mais fácil deformar um metal que possui estrutura cúbica?
- e) O que acontece com as camadas de átomos quando os metais são deformados por processos de fabricação como a laminação?
- f) Por que a ruptura de um metal quase sempre ocorre no contorno do grão?

Avalie o que você aprendeu

4. Faça um resumo desta aula, usando as seguintes palavras-chave: átomo, próton, nêutron, elétron, camada de valência, ligação metálica, cristal, estrutura cristalina, grão, contorno do grão.

Gabarito

1.
 - a) Ele imaginou que toda matéria é composta de pequenas partículas que ele chamou de átomos.
 - b) Ela diz que os átomos se constituem de várias partículas.
 - c) Carregados negativamente, os elétrons giram em órbitas em volta do núcleo do átomo.
 - d) É a última camada de elétrons.
 - e) Oito elétrons, com exceção do hidrogênio e hélio.
 - f) É uma estrutura formada por elétrons livres e íons positivos.
 - g) Por intermédio das ligações covalentes.
 - h) São as intensas forças de atração atômica.
 - i) São as forças de atração e repulsão entre partículas carregadas eletricamente.

2.
 - a) C
 - b) F (A última órbita de elétrons é chamada camada de valência.)
 - c) C
 - d) C
 - e) C
 - f) C
 - g) F (Em um material sólido, em temperatura ambiente, as forças de atração predominam e os átomos se organizam de acordo com uma configuração fixa.)

3.
 - a) É a repetição da organização das partículas em três dimensões.
 - b) Ferro, cobre, aço etc.
 - c) HC, CFC, CCC (hexagonal composto, cúbica de face centrada, cúbica de corpo centrado).
 - d) Porque possuem mais planos de átomos do que as estruturas hexagonais.
 - e) Deslizam umas sobre as outras.
 - f) Porque a deformação nessa região é mais difícil, pois os planos cristalinos são interrompidos, dificultando o deslizamento.