



DILATAÇÃO DE SÓLIDOS E LÍQUIDOS

DILATAÇÃO DE SÓLIDOS

Quando a temperatura de uma substância aumenta, suas moléculas ou átomos passam, em média, a oscilar mais rapidamente e tendem a se afastar uns dos outros. O resultado é uma dilatação da substância. Com poucas exceções, todas as formas de matéria – sólidas, líquidas, gasosas – normalmente se dilatam quando aquecidas, e se contraem quando resfriadas.

Na maior parte dos casos envolvendo sólidos, essas variações de volume não são facilmente notadas, mas uma observação rigorosa é capaz de detectá-las.

Os fios dos telefones tornam-se mais alongados e vergam mais em um dia de verão do que num dia de inverno. Outro exemplo são as tampas metálicas de potes de conserva, que podem ser afrouxadas aquecendo-as sob água quente.

No passado, os trilhos das ferrovias eram construídos em segmentos com cerca de 12 metros de comprimento, conectados por juntas móveis e com fendas deixadas entre si para permitir a dilatação térmica agir livremente. Nos meses quentes, os trilhos dilatam e as fendas tornam-se mais estreitas. Nos meses de inverno, elas ficam mais largas.

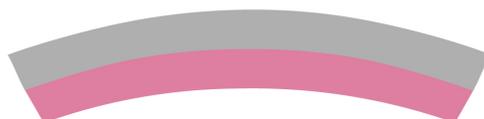


Separação entre segmentos de trilhos de trem para que eles tenham espaço para dilatar.

Cada substância possui uma taxa de dilatação própria. Quando duas lâminas metálicas, por exemplo, uma de bronze e outra de ferro, são soldadas lado a lado, a maior dilatação de um dos metais faz com que a lâmina composta vergue.



Lâmina bimetálica à temperatura ambiente



Lâmina bimetálica após aquecimento

Uma barra fina construída dessa forma é chamada de lâmina bimetálica. Quando ela é aquecida, um dos lados da tira dupla torna-se mais longo do que o outro, fazendo com que ela se vergue, formando uma curva. Por outro lado, ao ser resfriada, ela tende a vergar-se no sentido oposto, pois o metal que mais se expande também

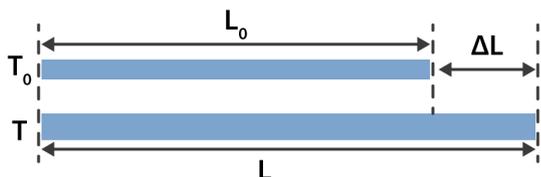
é o que mais se contrai. Lâminas bimetálicas são usadas na maioria dos termômetros de fornos, torradeiras elétricas e em uma variedade de aparelhos.



Estudamos a dilatação de sólidos de três formas diferentes: no comprimento ou altura (dilatação linear), na área (dilatação superficial) e no volume (dilatação volumétrica).

Na verdade, todo sólido se dilata de forma volumétrica, mas em alguns casos podemos simplificar esses efeitos em uma ou duas dimensões. Por exemplo, não teria porque calcular a dilatação de uma corda em 3 dimensões, mas sim apenas em seu comprimento.

Dilatação Linear



Consideramos um fio metálico de comprimento L_0 a uma temperatura T_0 . Ao aquecer esse fio até uma temperatura T , seu comprimento passa a ser L .

A variação de comprimento ΔL sofrida pelo fio é diretamente proporcional ao seu comprimento inicial L_0 . Por exemplo, se um fio de 20 metros, ao ser aquecido, aumentar 2 centímetros em seu comprimento, outro de mesmo material, com 30 metros, deve aumentar 3 cm ao experimentar a mesma variação de temperatura do primeiro.

ΔL também é diretamente proporcional à variação de temperatura ΔT . A expressão matemática fica:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

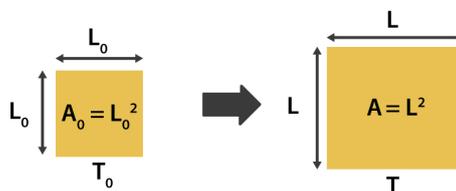
Em que α é a constante de proporcionalidade, denominada coeficiente de dilatação linear. O valor de α é uma característica do material, e cada material tem o seu valor único.

A unidade de α é o inverso da unidade de temperatura, ou seja, $^{\circ}\text{C}^{-1}$, $^{\circ}\text{F}^{-1}$ ou K^{-1} .

Um material é considerado isótropo em relação à dilatação térmica quando seu coeficiente de dilatação linear é o mesmo em qualquer direção. O vidro, por exemplo, é isótropo. Se o coeficiente de dilatação linear de um material for diferente em diferentes direções, esse material é considerado anisótropo, esse é o caso da madeira.

Dilatação Superficial

Quando uma placa metálica quadrada com lado L_0 a uma temperatura T_0 é aquecida a uma temperatura T , o aumento de suas dimensões lineares produz um aumento na área de sua superfície.



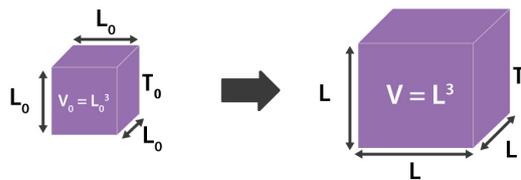
Agora nossa expressão matemática fica:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$

Em que $\beta = 2\alpha$ é chamado de coeficiente de dilatação superficial. Essa equação pode ser utilizada para qualquer formato, seja circular, esférico, triangular, etc.

Dilatação Volumétrica

Quando um cubo de aresta L_0 a temperatura T_0 é aquecido a uma temperatura T , o aumento de suas dimensões lineares produz um aumento no seu volume total.



E a expressão matemática fica:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

Em que $\gamma = 3\alpha$ é chamado de coeficiente de dilatação volumétrica.

DILATAÇÃO DE LÍQUIDOS

Os líquidos se dilatam consideravelmente com o aumento da temperatura. Na maior parte dos casos, a dilatação de líquidos é maior do que a de sólidos. A gasolina que transborda dos tanques dos carros em dias quentes é uma evidência disso. Se o tanque e seu conteúdo dilatasse com a mesma taxa, eles se expandiriam juntos e não ocorreria transbordamento.

Analogamente, se a dilatação do vidro de um termômetro fosse tão grande quanto a do mercúrio, o nível do mercúrio não se elevaria no tubo com o aumento da temperatura. A razão pela qual o mercúrio do termômetro se eleva com o aumento da temperatura é que a dilatação do mercúrio é maior do que a do vidro do tubo – ainda bem, pois se não fosse assim, o termômetro não funcionaria!



Os líquidos dilatam-se de uma forma volumétrica, e utilizamos para eles a mesma equação dos sólidos:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

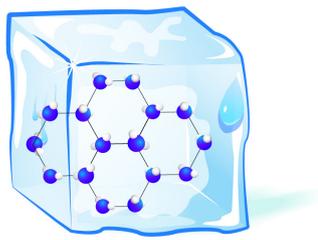
Como o volume varia, também ocorre uma variação na densidade do líquido, já que essa densidade depende do volume:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

A densidade é inversamente proporcional ao volume, logo, quando o volume aumenta, a densidade diminui. Por esta razão, quando os líquidos esquentam, eles ficam menos densos.

A dilatação da água

A água, em geral, se expande ao ser aquecida. Curiosamente, isso não ocorre no intervalo de temperatura que vai de 0 °C a 4 °C. Algo de fascinante ocorre nesse intervalo. A 0 °C, a água está no estado sólido, ou seja, é gelo. O gelo possui uma estrutura com cristais estruturalmente ociosos. Nessa estrutura, as moléculas da água ocupam volumes maiores do que no estado líquido.



Gelo (menos denso)

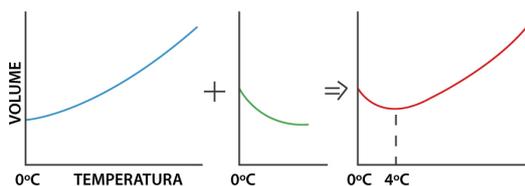


Água líquida (mais densa)

Quando o gelo derrete, nem todos os cristais ocos se desfazem. Alguns cristais ainda ficam flutuando na água líquida. Como consequência, nessa faixa de temperatura, a água gelada fica menos densa do que a água quente.

Quando a temperatura da água, inicialmente a 0 °C, aumenta gradualmente, mais e mais daqueles cristais remanescentes entram em colapso. O prosseguimento do derretimento dos cristais diminui o volume da água. Ela sofre, portanto, dois processos simultâneos: contração e expansão. O volume tende a diminuir quando ocorrem os colapsos dos cristais de gelo, enquanto o volume tende a aumentar, devido à maior agitação molecular. O efeito resultante do colapso domina até que a temperatura atinja 4 °C. Depois disso, a expansão vencerá a contração, pois a maioria dos cristais microscópicos já terá sido derretido.

Nos gráficos ao lado, a curva azul representa a expansão normal da água com o aumento da temperatura. A curva verde representa a contração dos cristais de gelo da água gelada quando eles derretem com o aumento da temperatura. A curva vermelha mostra o resultado dos dois processos.



ANOTAÇÕES
