Dilatação Térmica

Lucas Tavares

1 Introdução

Uma das principais consequências do aquecimento de um material, é a dilatação témica. Esse fenômeno ocorre pois, quando um material é aquecido, o grau de agitação das partículas aumentam, o que, consequentemente, aumenta a distância média entre elas, fazendo o material dilatar.

Podemos citar diversos exemplos em que a dilatação térmica ocorre em nosso cotidiano, como a elevação de temperatura que faz o líquido se expandir em um termômetro formado por um líquido dentro de um tubo (como um termômetro

de mercúrio) e quando essa dilatação curva uma lâmina bimetálica. Também é possível perceber uma maior dificuldade de se abrir um portão num dia muito quente, a estratégia de se aquecer o gargalo de uma garrafa para a retirada da rolha, etc.

2 A dilatação em sólidos

A dilatação em sólidos pode ocorrer de três formas diferentes: dilatação linear, superficial e volumétrica.

2.1 Dilatação linear

A dilatação linear geralmente ocorre quando um material unidimensional (uma barra) é aquecido. Assim, para variações de temperatura não muito grandes, a dilatação térmica linear é dada da seguinte forma: $\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$.

Em que ΔL é a variação de comprimento da barra, L_0 é o comprimento inicial da barra, α é a constante de dilatação linear, que depende de cada material e ΔT é a variação de temperatura.

2.2 Dilatação superficial

A dilatação superficial ocorre de forma similar à dilatação linear, porém ela geralmente ocorre em materiais bidimensionais, como uma chapa. A dilatação superficial ocorre da seguinte forma: $\Delta A = A_0 \beta \Delta T$ Em que ΔA é a variação da área da barra, A_0 é a área da barra, β é a constante de dilatação superficial, que depende de cada material.

2.3 Dilatação volumétrica

Por sua vez, a dilatação volumétrica ocorre em materiais tridimensionais e é dada da seguinte forma: $\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$ Em que ΔV é a variação de volume da barra, V_0 é o volume inicial da barra, γ é a constante de dilatação volumétrica, que depende de cada material. Vale mencionar que cada uma dessas constantes, α, β e γ, são muito menores do que 1.

2.4 Relacionando constantes

Perceba que é possível determinar uma relação entre as constantes α, β e γ, uma vez que a A é proporcional à L^2 e V é proporcional à L^3. Sendo assim, pode-se dizer que: V = kL^3 $V_0(1+\gamma\Delta T) = kL_0^3(1+\alpha\Delta T)^3 \approx V_0(1+3\alpha\Delta T)$ $\gamma \approx 3\alpha$.

Fazendo um processo análogo para a área, encontramos que $\beta \approx 2\alpha$.

3 A dilatação para os fluidos

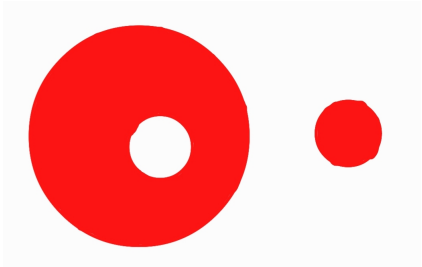
Perceba que os únicos fluidos capazes de dilatar são os líquidos, visto que os gases são capazes de ocupar todo o espaço disponível. Como um líquido pode assumir qualquer forma, desde que seu volume inicial seja mantido, a dilatação para os líquidos só pode acontecer de forma volumétrica. Essa dilatação será de forma análoga à dilatação volumétrica para os sólidos.

4 Casos especiais

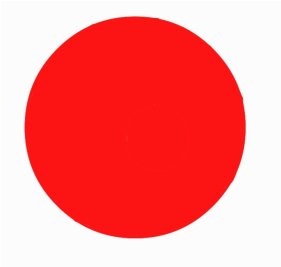
Existem alguns casos na dilatação que valem a pena serem mencionados, a dilatação em materiais com cavidade e a dilatação anômala da água.

4.1 Material com cavidade

Ao contrário do que a nossa intuição sugere, quando materias com concavidade dilatam, sua concavidade também dilata. Esse fenômeno pode ser visualizado melhor utilizando o princípio da superposição: imagine que seja retirado um pedaço de um disco (veja a figura abaixo). Caso esses dois pedaços sofram a mesma variação de temperatura, ambos irão dilatar e terão sua própria variação de área ΔA_1 e ΔA_2.

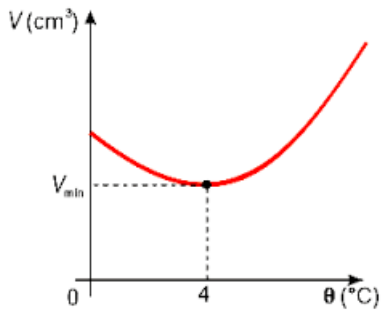


Porém, caso ambos os pedaços não tenham sido separados, suas variações de área serão as mesmas, visto que o único fator geométrico que ΔA depende é sua área inicial. Portanto, conclui-se que, pelo princípio da superposição, a cavidade também dilata. (veja a figura abaixo).



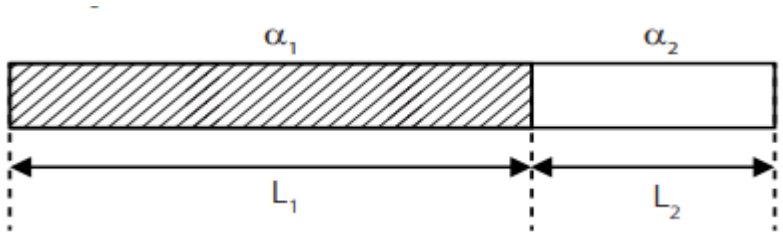
4.2 A água

A dilatação anômala da água ocorre entre $0°C$ e $4°C$. Nesse intervalo de temperatura, quando a água é resfriada, seu volume dilata ao invés de contrair. Esse fenômeno se deve às ligações de hidrogênio que a água possui. A figura abaixo mostra um gráfico do volume da água em função da temperatura. Perceba que a densidade da água será máxima quando a temperatura for $0°C$



5 Problemas

1. Na figura observam-se duas barras de coeficientes de dilatação linear α_1 e α_2 unidas. Qual o coeficiente de dilatação α equivalente a essa associação?



2. Um cubo de aresta a, densidade ρ_0 e coeficiente de dilatação linear α está em repouso sobre uma mesa. Sabendo que sua temperatura inicial vale T_0, qual deve ser a pressão que o cubo realiza sobre a superfície da mesa em função da temperatura do corpo T em um instante qualquer? A gravidade no local é g.

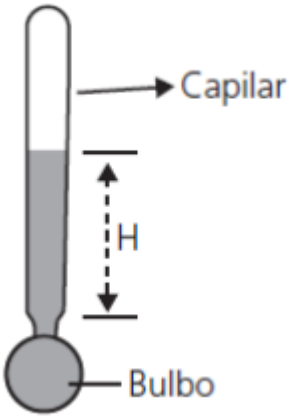
3. Para pintar uma parede de $A\ m^2$ de área e coeficiente de dilatação linear α, no inverno a uma temperatura T_0, são necessários x litros de tinta. Determine a quantidade adicional de tinta necessária para pintar o mesmo ambiente no verão a uma temperatura T. Desconsidere a dilatação da tinta.

4. Consideremos um termômetro de mercúrio em vidro. Suponhamos que a seção transversal capilar seja constante e igual a A_0, e que V_0 seja o volume do bulbo do termômetro a $0°C$. Se o mercúrio for exatamente suficiente para encher o bulbo a $0°C$, então calcule o comprimento da coluna de mercúrio no capilar, à temperatura T.

   Dados:

   γ = coeficiente de dilatação volumétrica do Hg.

   α = coeficiente de dilatação linear do vidro.



5. Uma barra metálica repousa em um telhado inclinado de um ângulo θ com a vertical. O coeficiente de atrito entre a superfície e o metal vale μ ($\mu > tg\theta$) Durante o dia, a temperatura aumenta em ΔT e a barra expande lentamente. Durante a noite, a barra contrai. O coeficiente de dilatação linear vale α. Sabendo que o comprimento da barra vale l, determine quanto a barra se move durante um ano.