

Introdução à Termologia

→ Termologia é a parte da Física que estuda a energia térmica.

Definições importantes:

- Energia interna:

É a soma das energias cinéticas das moléculas de um corpo.

- Calor (energia térmica):

É a parcela de energia interna que passa de um corpo para outro, quando entre eles há uma diferença de nível de energia interna, ou seja, é energia “em trânsito”.

- Temperatura:

Nível de energia interna.

Em síntese, a energia interna passa de um corpo que possui maior nível de energia interna, isto é, temperatura, para outro com menor nível.

Termometria

→ É a parte da Termologia que estuda as medidas e medições das temperaturas

Escalas Termométricas:

Chama-se de escala termométrica a seqüência ordenada das temperaturas que definem todos os estados térmicos, ordenados a partir dos que possuem menos calor (ou seja, os mais frios) aos que possuem mais calor (ou seja, os mais quentes).

Para graduar um termômetro, e, conseqüentemente, criar uma escala termométrica, é necessário estabelecer valores para a temperatura de dois estados térmicos bem caracterizados, chamados de pontos fixos, e que possam ser reproduzidos com facilidade.

Geralmente os estados térmicos escolhidos correspondem a mudanças de estado da água sob pressão normal e constante, e são denominados *pontos fixos fundamentais*. São eles:

- a) Ponto do gelo → ponto de fusão do gelo.
- b) Ponto do vapor → ponto de ebulição da água.

- Escalas Termométricas Relativas:

Quando as escalas termométricas são estabelecidas de forma arbitrária, ou seja, atribuindo valores arbitrários aos pontos fixos, são denominadas *escalas relativas*. Logicamente podem ser criadas uma infinidade de escalas relativas, conforme os números associados aos pontos fixos, obtendo-se para elas as mais diversas equações termométricas.

As escalas relativas mais usuais são a Escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$), utilizada em grande parte do mundo, onde os valores 0°C e 100°C são atribuídos, respectivamente, para o ponto do gelo e o do vapor, dividindo-se o intervalo entre os dois pontos fixos em 100 partes iguais (o grau Celsius); e a Escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), utilizada nos países de língua inglesa, onde os valores 32°F e 212°F são atribuídos, respectivamente, para o ponto do gelo e o do vapor, dividindo-se o intervalo entre os dois pontos fixos em 180 partes iguais (o grau Fahrenheit). Existem, logicamente, outras escalas relativas bem menos usuais.

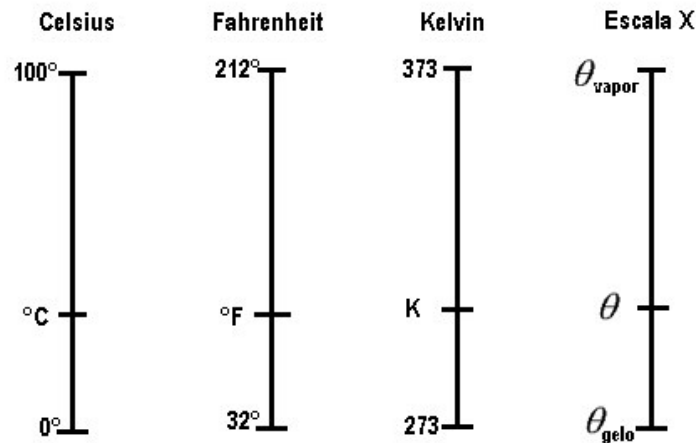
- Escalas Termométricas Absolutas:

Não há nenhum limite superior de temperatura, ou seja, não existe a temperatura “mais quente possível”, no entanto, é possível demonstrar teoricamente que há um limite inferior, isto é, existe um estado térmico mais frio que qualquer outro.

A este estado dá-se o nome de *zero absoluto*, e ocorre quando o movimento de agitação térmico de todos os átomos e moléculas de um corpo cessa (o que na prática é inatingível).

Grosso modo, a escala absoluta pode ser então definida como que possui origem no zero absoluto. A escala absoluta utilizada no Sistema Internacional de Unidades (SI) é a Escala Kelvin, e sua unidade se chama *kelvin* (K). [**Lembrete:** não faz sentido em se falar “grau kelvin”, diz-se simplesmente “kelvin”].

- **Equações Termométricas:**



Relacionamos as escalas termométricas apresentadas da seguinte forma:

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273} = \frac{\theta - \theta_g}{\theta_v - \theta_g}$$

Onde a Escala X é uma escala relativa qualquer, θ_g e θ_v são, respectivamente, pontos do gelo e do vapor arbitrários quaisquer.

Enfim:

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100} = \frac{\theta - \theta_g}{\theta_v - \theta_g}$$

Comparando-se apenas as escalas usuais:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

Por fim:

$$C = K - 273$$

Dilatação Térmica dos Sólidos

Com o aumento da temperatura de um corpo, há um aumento dos “espaços” intramoleculares como consequência de uma maior agitação térmica, causada por tal acréscimo de temperatura. E o aumento desses “espaços” acarreta, por conseguinte, um aumento no volume do próprio corpo.

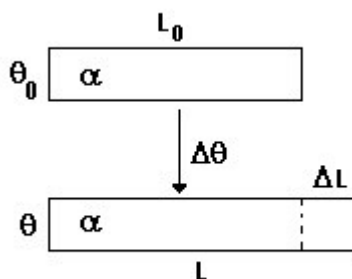
Costuma-se dividir a dilatação térmica dos sólidos em três modalidades diferentes, conforme o número de dimensões analisadas. Quando se analisa apenas uma dimensão, chamamos de dilatação linear, para duas dimensões, dá-se o nome de dilatação superficial e para três dimensões, dilatação volumétrica ou cúbica.

Perceba que apesar de estudarmos em separado cada um dos três “tipos” de dilatação, na realidade ela sempre será volumétrica, dado que um corpo sempre possuirá 3 dimensões.

• Dilatação Linear:

É a dilatação que influencia na variação do comprimento.

$\alpha \rightarrow$ coeficiente de dilatação linear (depende do material).



Pela figura:

$$\begin{cases} \Delta L = L - L_0 \\ \Delta\theta = \theta - \theta_0 \\ \Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta \end{cases}$$

Portanto:

$$L = L_0 + \Delta L$$

$$L = L_0 + \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$

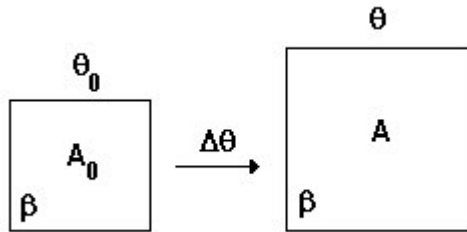
Enfim:

$$L = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$$

• Dilatação Superficial:

É a dilatação que influencia na variação da área.

$\beta \rightarrow$ coeficiente de dilatação superficial (também depende do material).



Pela figura:

$$\begin{cases} \Delta A = A - A_0 \\ \Delta \theta = \theta - \theta_0 \\ \Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta \theta \end{cases}$$

Portanto:

$$A = A_0 + \Delta A$$

$$A = A_0 + \beta \cdot A_0 \cdot \Delta \theta$$

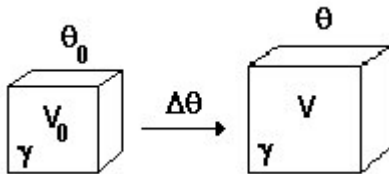
Enfim:

$$A = A_0 (1 + \beta \cdot \Delta \theta)$$

• Dilatação Volumétrica:

É a dilatação que influencia na variação do volume.

$\gamma \rightarrow$ coeficiente de dilatação volumétrico (também depende do material).



Pela figura:

$$\begin{cases} \Delta V = V - V_0 \\ \Delta \theta = \theta - \theta_0 \\ \Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \theta \end{cases}$$

Portanto:

$$V = V_0 + \Delta V$$

$$V = V_0 + \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \theta$$

Enfim:

$$V = V_0(1 + \gamma \Delta \theta)$$

- Relação entre α , β e γ :

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$$

Obs.: Unidade usual dos coeficientes de dilatação:

$$U(\alpha, \beta, \gamma) = \frac{1}{^\circ C} = (^\circ C)^{-1}$$

- Variação da Densidade com a Temperatura:

Em uma temperatura inicial θ_0 , a densidade inicial do corpo será: $d_0 = \frac{m}{V_0}$

Elevando-se θ_0 para θ , a densidade passará a ser: $d = \frac{m}{V}$

Como não há variação de massa: $\frac{d_0}{d} = \frac{V}{V_0}$

Lembrando que: $V = V_0(1 + \gamma \Delta \theta)$

Teremos que: $\frac{d_0}{d} = 1 + \gamma \Delta \theta$

Enfim:

$$d_0 = d(1 + \gamma \Delta \theta)$$

Exemplo real do que pode ocorrer, caso a dilatação térmica dos sólidos for negligenciada nos cálculos de uma estrada de ferro:

