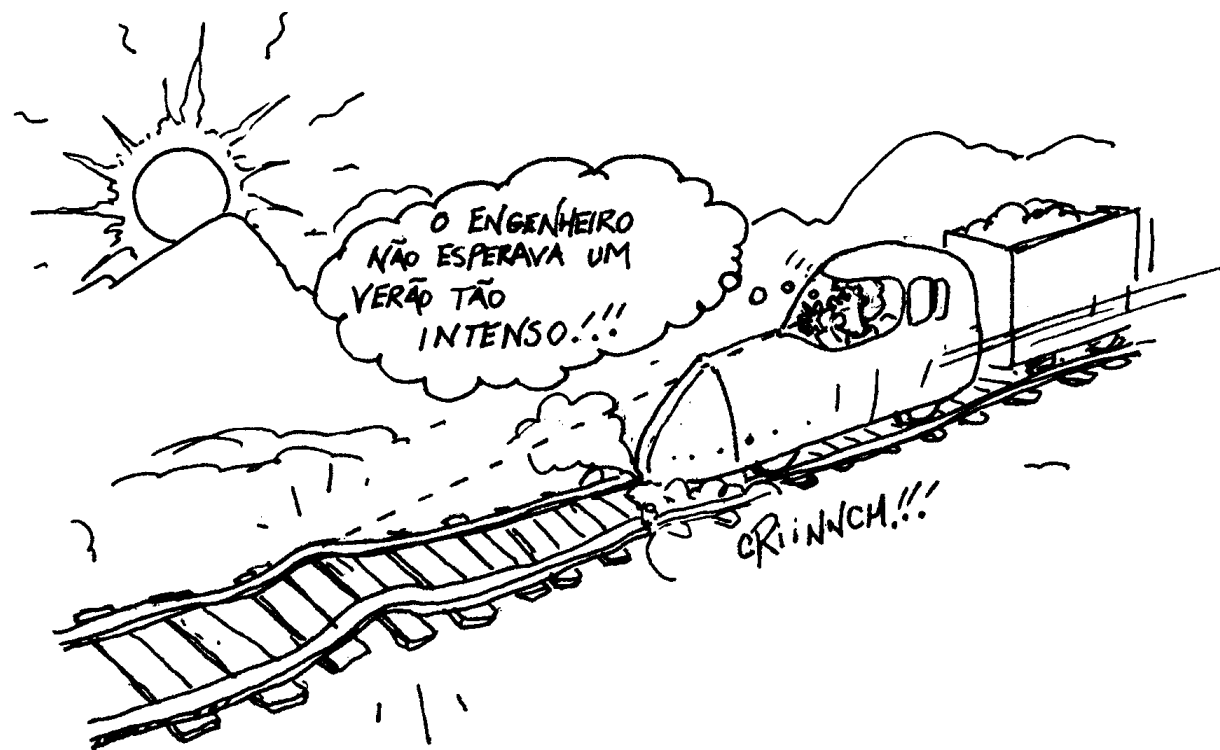


5

Calculando a dilatação

Podemos calcular exatamente quanto dilata um material que sofre aquecimento.



Os engenheiros evitam acidentes como esse ao prever as dilatações que os materiais vão sofrer, deixando folgas nos trilhos das linhas de trem.

Nas construções civis as juntas são feitas com material que permite a dilatação do concreto.

Observe na sua casa, escola e praças os recursos utilizados pelos construtores para evitar rachaduras.

5

Calculando a dilatação

Descarrilamento de trens e rachaduras no concreto são alguns dos problemas que a dilatação dos materiais causam na construção civil.

Por outro lado, é a dilatação que facilita o trabalho de um ferreiro.

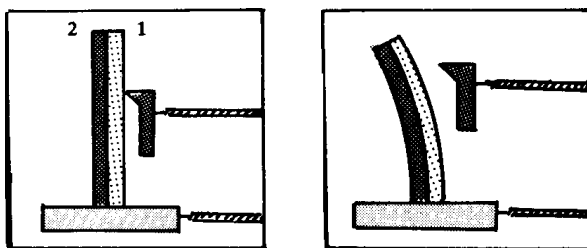


Na fabricação de rodas de carroça e barris, por exemplo, os aros metálicos são aquecidos ao fogo e dilatados; depois são facilmente colocados. Ao esfriar, o metal se contrai e os aros ficam bem justos e firmes na madeira das rodas ou dos barris.

Não são só os sólidos que se dilatam quando aquecidos. Os líquidos dilatam-se mais que os sólidos, e os gases mais ainda; na construção dos termômetros pode ser utilizada substância sólida, líquida ou gasosa, dependendo da temperatura envolvida e da precisão da medida.

Existem substâncias que se contraem ao ser aquecidas; elas são exceções. A água, por exemplo, quando aquecida de 0 a 4°C, se contrai, e quando resfriada abaixo de 0°C, torna-se sólida, e nesse processo se dilata. Essa particularidade garante que só a superfície dos lagos se congele.

A dilatação é sempre volumétrica; as substâncias se dilatam nas três dimensões: comprimento, largura e altura. A propriedade de cada material se dilatar de uma maneira típica é que permite a construção dos pares bimetálicos. Um material dilatando-se mais que o outro provoca a curvatura do dispositivo que liga e desliga os circuitos, como vimos na leitura anterior.



Termostato

A tabela a seguir nos fornece o **coeficiente de dilatação volumétrica** de alguns materiais.

O coeficiente de dilatação volumétrica representa o volume dilatado (em cm³ ou m³ etc.) para uma unidade de volume (em cm³ ou m³ etc.) inicial do material ao ser aquecido em 1°C.

Tabela 5.1: Coeficiente de dilatação volumétrica

Substância	T(°C)	Coef. de dil. vol. (°C ⁻¹)
aço	0 - 100	31,4 x 10 ⁻⁶
água	20	210 x 10 ⁻⁶
álcool	0 - 60	1100 x 10 ⁻⁶
alumínio	20 - 100	71,4 x 10 ⁻⁶
cobre	25 - 100	50,4 x 10 ⁻⁶
ferro	18 - 100	34,2 x 10 ⁻⁶
gelo	20 - 0	153 x 10 ⁻⁶
invar (Fe, Ni)	20	2,7 x 10 ⁻⁶
madeira	20	90 x 10 ⁻⁶
mercúrio	0 - 100	182 x 10 ⁻⁶
ouro	15 - 100	42,9 x 10 ⁻⁶
prata	15 - 100	56,7 x 10 ⁻⁶
superinvar (Fe, Ni, Cr)	20	0,09 x 10 ⁻⁶
tungstênio	20	12 x 10 ⁻⁶
vidro comum	0 - 100	27 x 10 ⁻⁶
vidro Pyrex	20 - 100	9,6 x 10 ⁻⁶

Pela tabela se constata que o coeficiente de dilatação da água no estado líquido é maior do que no estado sólido. No estado gasoso esse coeficiente é cerca de 17 vezes maior do que no líquido.

$$\gamma_{\text{vapor de água}} = 3663 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Esse valor de coeficiente de dilatação volumétrica

$$\gamma = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ é o mesmo para todos os gases.}$$

A **dilatação volumétrica** (ΔV) sofrida por uma substância de **coeficiente de dilatação volumétrica** γ é proporcional ao produto do **volume inicial** (V_0) e da **variação de temperatura** (ΔT). Matematicamente podemos representar a dilatação e o coeficiente de dilatação volumétrica como:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T \rightarrow \gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$$

A DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO VOLUME INICIAL E À VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

Caso você tenha um fio bem fino e longo, por exemplo, e queira calcular a dilatação de seu comprimento, considere que a dilatação em uma só dimensão depende de um **coeficiente de dilatação linear** equivalente a 1/3 do valor encontrado na tabela, que é de dilatação volumétrica.

Assim, a **dilatação linear** é calculada pela relação:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$$

Onde:

ΔL = variação do comprimento

L_0 = comprimento inicial

ΔT = variação de temperatura

α = coeficiente de dilatação linear

Às vezes só nos interessa a dilatação de uma superfície do material. Nesse caso levamos em conta duas dimensões e utilizamos o **coeficiente de dilatação superficial**, que é equivalente a 2/3 do coeficiente de dilatação volumétrica. A equação pode ser escrita da seguinte forma:

$$\Delta S = \beta S_0 \Delta T \rightarrow \beta = \frac{\Delta S}{S_0 \Delta T}$$

Onde:

β = coeficiente de dilatação superficial

ΔS = variação da área

S_0 = área inicial

ΔT = variação de temperatura

É um problema de adaptação???

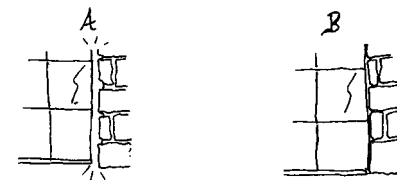
1) Ao lavar pratos e copos, você verifica que às vezes um copo fica "grudado" dentro de outro, não sendo possível separá-los facilmente. Sugira um método simples de fazê-los soltar um do outro sem perigo de quebrá-los.

2) Quando é que o pistão de alumínio do seu carro se adapta mais justamente ao cilindro de aço: quando ambos estão quentes ou quando ambos estão frios? Explique.

3) A platina é o metal utilizado para confecção de amálgama dentário. Seu coeficiente de dilatação volumétrica é $27 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Compare esse coeficiente com o dos demais metais e discuta o porquê dessa escolha.

Os vãos deixados em construções ficam maiores no inverno

DILATAÇÃO



Inverno

Verão

Exercícios

5.1- Um prédio de 100 m, com uma estrutura de aço, tem um vão de 10 cm previsto pelo engenheiro. Que variação de temperatura esse vão permite sem risco para o prédio?

Resolução:

O coeficiente de dilatação volumétrica do aço é:

$$31,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Considerando apenas a dilatação do comprimento da estrutura, usaremos o coeficiente de dilatação linear que vale:

$$\frac{1}{3} \times 31,5 \times 10^{-6} = 10,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Como a dilatação linear prevista é $\Delta L = 10 \text{ cm}$, o coeficiente de dilatação linear é $\alpha = 10,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e o comprimento é $L_0 = 100 \text{ m} = 10^4 \text{ cm}$, teremos:

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \alpha} = \frac{10}{10^4 \times 10,5 \times 10^{-6}} \cong 95^\circ\text{C}$$

Como você pode ver, o engenheiro foi previdente até demais.

5.2- Você dispõe de um litro de água e outro de álcool dotados de tubos capilares de 1 mm^2 , bem longos colocados nas rolhas.

Sabendo que os coeficientes de dilatação da água e do álcool valem respectivamente: $\gamma_{\text{água}} = 210 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $\gamma_{\text{álcool}} = 1.100 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, determine a altura da coluna de cada líquido quando a variação de temperatura for de 10°C .

Resolução:

Antes de tudo vamos expressar o volume de 1 litro em mm^3 .

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 \quad \text{e} \quad 1 \text{ dm} = 10^2 \text{ mm}$$

Portanto:

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = (10^2)^3 \text{ mm}^3 = 10^6 \text{ mm}^3$$

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

$$\Delta V_{\text{água}} = 10^6 \times 210 \times 10^{-6} \times 10 = 2.100 \text{ mm}^3$$

$$\Delta V_{\text{álcool}} = 10^6 \times 1.100 \times 10^{-6} \times 10 = 11.000 \text{ mm}^3$$

Como a área da secção reta do capilar é de 1 mm^2 , a altura h é numericamente igual ao volume.

Assim, a altura da coluna de água vale $2.100 \text{ mm} = 2,10 \text{ m}$ e a de álcool vale $11.000 \text{ mm} = 11 \text{ m}$.

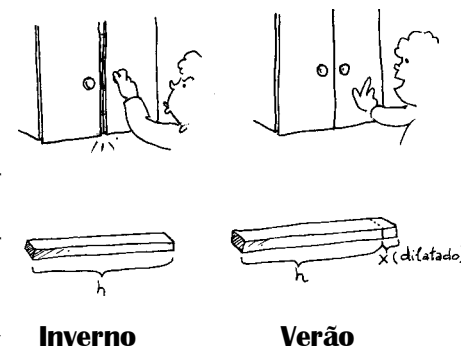
Imagine o transtorno se você quisesse medir febre com um termômetro desses!

5.3- Um mecânico pretende soltar uma porca de invar (liga de ferro com níquel) de um parafuso de ferro. Qual deve ser o procedimento do mecânico se a porca estiver emperrada?

5.4- Um posto recebeu 5.000 litros de gasolina num dia em que a temperatura era de 35°C . Com a chegada de uma frente fria, a temperatura ambiente baixou para 15°C , assim permanecendo até que a gasolina fosse totalmente vendida. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação da gasolina é $1,1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, calcule em litros o prejuízo sofrido pelo dono do posto.

5.5- Explique por que travessas de vidro comum não podem ir ao forno e as de vidro refratário (como o Pirex) podem.

Portas de armário que ficam "emperradas" no verão abrem sozinhas no inverno



Inverno

Verão