



## TAREFAS

- Medição da expansão térmica do comprimento respectivamente de um tubo de latão, de aço e de vidro.
- Determinação dos coeficientes lineares de expansão destes materiais em comparação com os valores de literatura.

## OBJETIVO

Determinação do coeficiente de expansão de latão, aço e vidro

## RESUMO

Quando sólidos são levados a temperaturas mais altas, eles se expandem, em geral, com intensidade maior ou menor. Na experiência, deixa-se fluir água quente através de tubos finos de latão, aço e vidro. A medição da expansão do comprimento ocorre com um indicador. A partir da alteração do comprimento, o coeficiente linear de expansão é determinado para os três materiais.

## APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo N°
1	Aparelho de dilatação do comprimento D	U15400
1	Banho e termostato de circulação (230 V; 50/60 Hz)	U144002-230 ou
	Banho e termostato de circulação (115 V; 50/60 Hz)	U144002-115
1	Relógio de medição com adaptador	U8442250
2	Mangueira de silicone 6 mm	U10146

# 1

## OBSERVAÇÃO

Se for suficiente analisar a diferença de comprimento entre a temperatura ambiente e a temperatura do vapor de água, pode ser usado, ao invés de um termostato imerso/circulante, um gerador de vapor. A lista de acessórios pertinente é oferecida sob o número UE2010135 (vide Fig. 3).

## FUNDAMENTOS GERAIS

Em um corpo sólido, cada átomo oscila ao redor de sua posição de equilíbrio. A oscilação não é harmônica, pois a energia potencial aumenta mais intensamente quando dois átomos se aproximam da posição de equilíbrio do que quando se afastam um do outro. Com temperatura mais alta e, com isto, maior energia de oscilação, os átomos, portanto, oscilam de forma que a distância média entre dois átomos avizinados seja maior que a distância do ponto de equilíbrio. Este efeito aumenta com o aumento da temperatura, por isto, o corpo sólido se expande cada vez mais intensamente com o aumento da temperatura. É comum, neste contexto, observar alterações relativas de comprimento e calcular, a partir delas, as alterações de volume.

O coeficiente de expansão linear é definido como

$$(1) \quad \alpha = \frac{1}{L(\vartheta)} \cdot \frac{dL}{d\vartheta}$$

L: Comprimento  
 $\vartheta$ : Temperatura em °C

Ele é altamente dependente do material e, geralmente, depende pouco da temperatura. Daí se conclui

$$(2) \quad L(\vartheta) = L_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \vartheta)$$

$$L_0 = L(0 \text{ °C})$$

ou seja, com temperaturas não muito altas

$$(3) \quad L(\vartheta) = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \vartheta)$$

Na experiência, são realizadas medições em tubos finos de aço, latão e vidro, através dos quais é passada água quente para o aquecimento. Um termostato circulante provê temperatura constante ajustável da água. Como os tubos estão fixados unilateralmente no aparelho de expansão de comprimento, a expansão do comprimento pode ser lida, por meio do indicador, na outra extremidade perante a temperatura ambiente como temperatura de referência.

## ANÁLISE

No âmbito de temperatura analisado, vale  $\alpha \cdot \vartheta \ll 1$ . Ou seja, a equação (3) pode ser modificada

$$\Delta L = L(\vartheta_1) \cdot \alpha \cdot \Delta\vartheta \text{ mit } \Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1, L(\vartheta_1) = 600 \text{ mm}$$

Os coeficientes lineares de expansão buscados podem, portanto, ser determinados a partir da inclinação da reta de origem na Fig. 1. A derivação da equação (3) é, de resto, desnecessária, quando se observa também altas temperaturas. Então,  $\alpha$  se apresenta não como constante, mas dependente da temperatura. Este é – em observação mais precisa – também o caso no âmbito de temperatura analisado aqui. Como as alterações de comprimento são medidas com um resolução de 0,01 mm, uma análise exata de dados mostra, em especial para latão, que os valores de medição não decorrem de forma exatamente linear e que o coeficiente de expansão aumenta levemente com o aumento da temperatura.

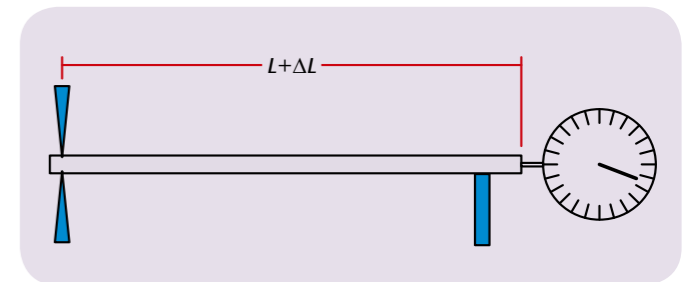


Fig. 1: Representação esquemática da disposição de medição

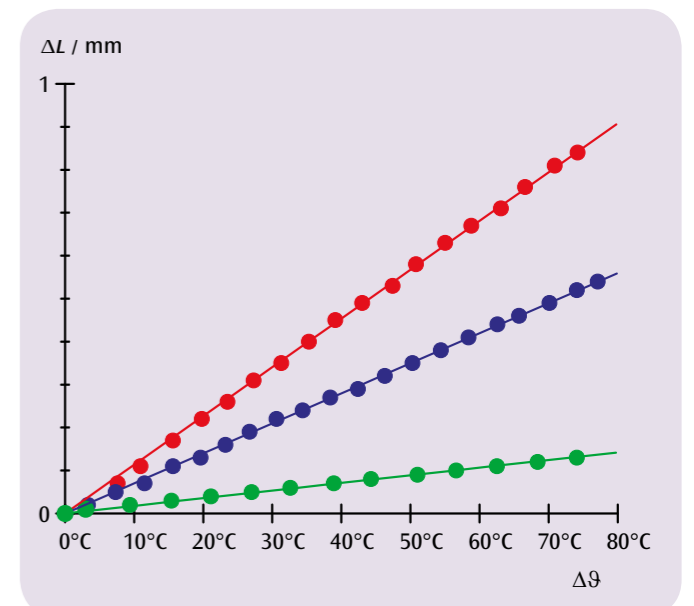


Fig. 2: Alteração do comprimento de latão (vermelho), aço (azul) e vidro (verde) em dependência da diferença da temperatura



Fig. 3: Montagem com gerador de vapor