

TERMÔMETRO DE ÁGUA

Objetivo:

Construir termômetro usando uma coluna de água e introduzir a idéia de escala termométrica.

Teoria:

A temperatura de um corpo é uma medida da agitação térmica das partículas que o constituem (átomos ou moléculas). Quanto maior for a agitação média destas partículas, maior será a sua temperatura.

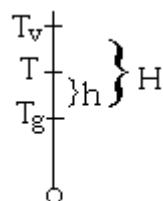
Diz-se que dois corpos em contato estão em equilíbrio térmico quando a temperatura de ambos é a mesma. A relação de transitividade estabelece que se um corpo **A** está em equilíbrio térmico com **B** e o corpo **B** está em equilíbrio térmico com **C**, então, **A** estará em equilíbrio térmico com **C**. Esta relação permite construir aparelhos de medidas de temperatura, para tanto é bom lembrar que diversas propriedades físicas dos materiais dependem da temperatura.

Os termômetros mais comuns fazem uso das propriedades térmicas do mercúrio. Estes termômetros são construídos com vidro e bulbo ligados a um tubo capilar. Quando o mercúrio do bulbo é aquecido seu volume se expande (mais do que o do vidro) e ocupa o capilar até uma certa altura, que graduada convenientemente e dentro de certos limites, pode ser linearmente relacionado à temperatura.

Para definir uma escala termométrica necessitamos de uma relação entre a grandeza termométrica (por exemplo, altura da coluna de mercúrio) e a temperatura e de dois valores de referência.

Assim, pode-se definir uma escala termométrica marcando a altura da coluna de mercúrio, quando colocamos o termômetro em contato com gelo fundente (este é o zero da escala Celsius) e uma outra marca quando colocamos o termômetro em contato com água fervente à pressão atmosférica (este é o 100 da escala Celsius) e dividir a diferença de altura em partes iguais, linearmente relacionados à temperatura, ou seja,

$$\frac{T - T_g}{T_V - T_g} = \frac{h}{H}$$

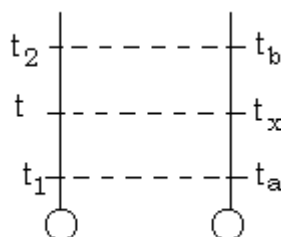


sendo T a temperatura que se medir, T_g a temperatura do gelo fundente, T_V a temperatura do vapor, h o comprimento da coluna de mercúrio na temperatura T e H a altura da coluna na temperatura de ebulição da água, tomando T_g como referência.

Na escala Celsius, $T_g = 0$, $T_V = 100$ e H é dividido em cem pontos iguais, daí o nome de escala centígrada. Nos países de língua inglesa é muito usada a escala Fahrenheit, no qual $T_g = 32^\circ\text{F}$, $T_V = 212^\circ\text{F}$ e H é dividido em 180 partes iguais.

A escala definida acima depende da substância de trabalho e de suas propriedades térmicas. Outro exemplo pode ser obtido do conhecimento de que o volume dos gases varia linearmente com a temperatura quando mantemos a pressão constante. Dessa forma podemos usar gases como substâncias térmicas. Em particular, podemos trabalhar em pressões tão baixas que os resultados independam do gás específico. Com isso, pode-se definir uma escala absoluta de temperatura, que é conhecida, como escala Kelvin. Nessa escala o ponto de fusão do gelo corresponde a 273.15K e o ponto de vaporização da água a 373.15K . Na prática usa-se 273k e 373K , respectivamente.

A mudança de uma escala termométrica para outra é feita através de uma relação direta entre comprimentos, como ilustrado abaixo:



$$\frac{t - t_1}{t_2 - t_1} = \frac{t_x - t_a}{t_b - t_a}$$

Desta forma, sabendo-se quanto corresponde os dois pontos de referência (t_1 e t_2 , na primeira escala e t_a e t_b na segunda) pode-se passar de uma escala para outra em qualquer temperatura. Por exemplo, da escala Celsius ($t_1 = 0^\circ\text{C}$ e $t_2 = 100^\circ\text{C}$) para Fahrenheit ($t_a = 32^\circ\text{F}$ e $t_b = 212^\circ\text{F}$) obtém-se

$$\frac{t - 0}{100 - 0} = \frac{t_F - 32}{212 - 32}$$

ou

$$t = \frac{5}{9}(t_F - 32)$$

Usando esta expressão obtém-se, por exemplo, que 95°F corresponde a 35°C .

Experiência:

Um termômetro de água pode ser construído usando um frasco com tampa de borracha cheio de água. Através da tampa introduz-se um tubo que fica parcialmente preenchido por água.

Para definir uma escala, coloca-se inicialmente o frasco (bulbo do termômetro) em um recipiente com gelo fundente e marcando a posição da coluna de água. Para a outra referência é usada água aquecida (cerca de 60°C), também, neste caso, é marcada a altura da coluna. Um termômetro comum é usado para determinar com precisão estas duas temperaturas. Usando as relações

apropriadas, determina-se a temperatura ambiente através do termômetro de água, que pode ser comparada com o valor do termômetro comercial.

Observações:

- 1) A segunda referência do termômetro de água não pode ser um valor muito alto devido à formação de bolhas de gás dentro da água.
- 2) Sugere-se que as marcas no termômetro de água sejam feitas com tinta não diluível em água (por exemplo, canetas para retroprojektor).