



TERMODINÂMICA E TEORIA CINÉTICA

T9 - Condução térmica em materiais de construção

1. OBJECTIVO

Determinação da condutividade térmica de alguns materiais de construção.

2. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Entre dois corpos em contacto existe transferência de calor por condução, do corpo mais quente para o mais frio. A quantidade de calor transferida por unidade de tempo, $\frac{dq}{dt}$, numa determinada direcção, r , num material homogénio é traduzida pela seguinte equação

$$\frac{dq}{dt} = -A \cdot \nabla T, \quad T = T(x, y, z) \quad (2.1)$$

em que k é a condutividade térmica do material, A é a área do condutor exposto à diferença de temperatura e ∇T é o gradiente de temperatura ao longo da direcção r de transferência de calor. O sinal negativo, indica que o fluxo de calor irá na direcção contrária ao do gradiente.

A taxa de transferência de calor pode ser constante ou variar ao longo do tempo. Na prática, quando a transferência de calor é constante no tempo, a condutividade pode ser considerada constante. Tendo em conta as condições térmicas, o método de medida pode ser classificado em dois regimes: Permanente e não permanente. No regime permanente, a condutividade térmica é determinada depois de atingir o equilíbrio, isto é, a diferença de temperatura ($T_2 - T_1$) mantém-se constante ao longo do tempo. Pelo contrário, num regime não permanente a diferença de temperatura varia ao longo do tempo. Considerando uma dimensão, numa amostra extensa e de material homogénea e isotrópica, a equação (1) vem na seguinte forma:

$$\Phi = -k \cdot A \cdot \frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1} \quad (2.2)$$

Nestas condições, o k refere-se à condutividade térmica média relativa a uma temperatura média $T_m = \frac{T_2 + T_1}{2}$. Em que T_1 e T_2 são as temperaturas em dois planos isotérmicos nas posições x_1 e x_2 .

Neste trabalho iremos abordar o método que utiliza o regime permanente. Com esta técnica, é necessário controlar e determinar a quantidade de calor transferida - fluxo de calor. Para isso, é utilizado uma amostra com condutividade térmica conhecida k_c , colocada lado a lado com a amostra com k desconhecido.

3. MATERIAL NECESSÁRIO E MONTAGEM

1. Calorímetro.
2. 3 termopares digitais e mostradores digitais.

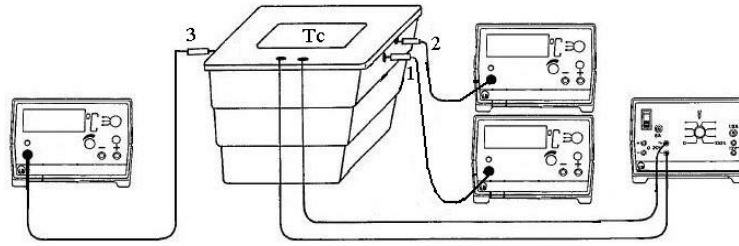


Figure 3.1: Figura 1 - Calorímetro

3. 2 termómetro.
4. 1 fonte de alimentação (DC).
5. Relógio.
6. Conjunto de resistências eléctricas.
7. Lâmpada.
8. Placas para teste e de referência.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1. Experiência 1: Condutividade térmica de materiais de construção

1. Faça a ligação experimental de acordo com o esquema da figura 1.
2. Ligue a placa de resistências na ficha interna do calorímetro.
3. Utilizando o gancho apropriado, coloque a placa de teste no calorímetro.
4. Insira lentamente os 3 termopares nas posições apropriadas (1, 2 e 3).
5. Ligue os mostradores digitais.
6. Registe as temperaturas.
7. Ligue a fonte de alimentação e imponha 10 V e 1.4 A (Não ultrapassar os 12 V e 1.8 A).
8. Registe os valores de temperatura ao longo do tempo. (a temperatura do calorímetro não pode exceder 60 °C) em intervalos de 1 minuto.
9. Espere 10 min e reduza os valores de d.d.p. para 5.5 V e 0.75 A.
10. Registe os valores de temperatura em intervalos de 1 minuto.
11. Espere algum tempo para se estabelecer um regime de temperatura permanente.
12. Desligue a fonte de alimentação.
13. Depois de atingir o regime permanente, retire os termopares e a placa.

4.2. Experiência 2: Verificar o efeito de uma placa de plexiglass dupla

1. Retire a placa de resistências e coloque a lâmpada.
2. Coloque duas placas de plexiglass.
3. Insira lentamente os 3 termopares nas posições apropriadas (1, 2 e 3).
4. Ligue os termopares.
5. Registe as temperaturas.
6. Ligue a fonte de alimentação e imponha 15 V e 0.3 A (Não ultrapassar os 24 V e 0.4 A).
7. Registe os valores de temperatura ao longo do tempo. (a temperatura do calorímetro não pode exceder 60 °C)
8. Espere 10 min e desligue a fonte luminosa.
9. Continue a registar os valores de temperatura durante cerca de 10 min.
10. Repita este procedimento só para uma placa de plexiglass.

5. QUESTIONÁRIO

TURMA _____ GRUPO _____ DATA _____

5.1. Experiência 1

1. Trace o gráfico com cerca de 10 pontos na gama de temperaturas em regime permanente. Avalie quanto à sua dispersão de valores de temperatura e diga se considera satisfatório. Caso contrário, o que teria feito para melhorar.
2. Utilizando a expressão 2.2, calcule o fluxo de calor e a condutividade térmica.
Placa de referencia (branca e lisa): poliestireno é $k_c = 0.16 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Área: $A = 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$
Espessura: $L = 10 \text{ mm}$
3. Determine os erros associados à experiência.
4. Compare os valores da condutividade térmica com os valores disponíveis na literatura para essa classe de materiais. O que pode concluir?

5.2. Experiência 2:

1. Represente graficamente as temperaturas T_c e T_1 durante o aquecimento e o arrefecimento e interprete-os.
2. Como é que explica que a temperatura T_1 é superior à temperatura do calorímetro T_c ?
3. De acordo com o gráfico, quando é que se verifica a igualdade $T_c = T_1$.
4. Relacione as curvas de arrefecimento com o tempo de arrefecimento.