

MÉTODOS EXPERIMENTAIS EM ENGENHARIA MECÂNICA

EXERCÍCIO SOBRE ANÁLISE DE INCERTEZAS EXPERIMENTAIS

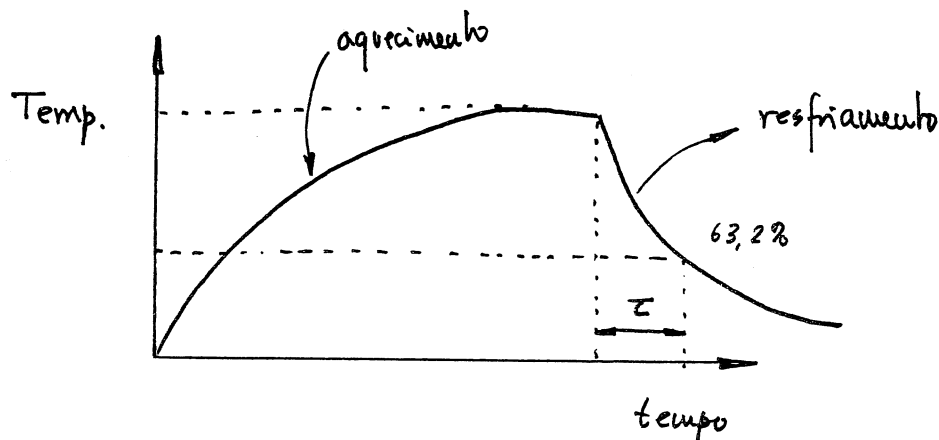
Deseja-se medir o coeficiente médio de transferência de calor em uma barra cilíndrica com 20 mm de diâmetro e 300 mm de comprimento (desprezar os efeitos de borda). Duas técnicas de medição foram propostas: técnica de regime permanente e técnica de regime transiente.

- a) Técnica de regime permanente : a barra é suspensa em um escoamento e aquecida eletricamente. Quando o regime permanente é atingido, medem-se as seguintes quantidades:
- Potência, P (Watts)
 - Temperatura da barra, T ($^{\circ}\text{C}$)
 - Temperatura do gás, T_g ($^{\circ}\text{C}$)
 - Diâmetro da barra, D (m)
 - Comprimento da barra, L (m)

O coeficiente de troca de calor médio é dado pela expressão:

$$h = \frac{P}{\pi D L (T - T_g)} \quad (\text{W} / \text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

- b) Técnica do Regime Transiente : a barra é suspensa em um escoamento e aquecida eletricamente. Quando o regime permanente é atingido, abre-se o circuito e obtém-se a seguinte curva de resfriamento:



Desprezando-se as perdas, pode-se medir o tempo em segundos requerido para que a barra tenha sua temperatura reduzida para o valor de 0,632 do valor inicial. Este tempo é chamado de tempo característico, τ , e está relacionado com o coeficiente de troca de calor pela expressão:

$$\tau = \frac{M c}{h A} \quad (\text{segundos})$$

Onde:

M: massa da barra(kg)

c : calor específico do material da barra (J/kg °C)

h : coeficiente de transferência de calor (W/m² °C)

A : área de troca de calor (m²)

Determine qual o melhor processo para medir o coeficiente de troca de calor, assumindo os seguintes valores para a técnica do regime permanente:

$$\delta P = 0,5 \text{ Watts}$$

$$\delta D = 0,02 \text{ mm}$$

$$\delta L = 0,1 \text{ mm}$$

$$\delta T = 0,15 \text{ }^\circ\text{C (para a leitura de cada temperatura)}$$

$$T - T_g = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

e os seguintes valores para a técnica do regime transiente:

$$\delta M = 0,001 \text{ kg} \quad \delta c = 50 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$$

$$\delta D = 0,02 \text{ mm} \quad \delta L = 0,1 \text{ mm} \quad \delta \tau = 0,05 \text{ s}$$

$$M = 1,2 \text{ kg}$$

$$C = 1000 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$$

Quais as grandezas, em cada caso, mais e menos importantes do ponto de vista da incerteza experimental?

Sugestão: faça um gráfico $\delta h/h$ versus h para as duas técnicas.

MEC 1602 - MÉTODOS EXPERIMENTAIS EM ENGENHARIA MECÂNICA

1. A resistência de um resistor é medida 10 vezes, sendo os valores obtidos 100.0, 100.9, 99.3, 99.9, 100.1, 100.2, 99.9, 100.1, 100.0 e 100.5 Ω . Estime a incerteza na medida da resistência
2. Um aquecedor resistivo trabalha com 110.2 V e 5.3 A. A incerteza nas medidas de tensão e corrente são estimadas em ± 0.2 V e ± 0.06 A, respectivamente. Calcule a potência dissipada no aquecedor e estime a incerteza na potência.
3. Dois resistores R_1 e R_2 são conectados em série e paralelo. Os valores dos resistores são :

$$R_1 = 100.0 \pm 0.1 \Omega$$

$$R_2 = 50.0 \pm 0.03 \Omega$$

Estime a incerteza da resistência equivalente nos dois casos.

4. Os dados da tabela abaixo foram obtidos de um experimento de transferência de calor. Espera-se que a equação que correlaciona os dados seja do tipo $y = a x^b$. Mostre estes dados em um gráfico, e utilize o método dos mínimos quadrados para determinar o valor das constantes a e b que melhor representam os dados. Desenhe a curva obtida junto com os pontos experimentais no gráfico. Determine o desvio médio dos dados experimentais da curva obtida.

x	2040	2580	2980	3220	3870	1690	2130	2420	2900	3310	1020	1240	1360	1710	2070
y	33.2	32.0	42.7	57.8	126.0	17.4	21.4	27.8	52.1	43.1	18.8	19.2	15.1	12.9	78.5

5. Um laboratório de calibração está projetando equipamentos para calibração de medidores de vazão para fluidos. Os dois projetos descritos abaixo foram propostos. Baseado em uma análise das incertezas experimentais, apresente um relatório justificando a escolha do projeto mais adequado para calibrar medidores de vazão na faixa de 0,1 a 100 g/s. O fluido de interesse possui massa específica igual a 1000 kg/m³.

Sugestão: Prepare um gráfico da incerteza relativa na vazão versus a vazão, para os dois projetos.

Projeto 1. Um reservatório com volume igual a 100 ml e incerteza de $\pm 1\%$ é utilizado para coletar o líquido que passa pelo medidor a ser calibrado. O tempo necessário para encher o reservatório é medido com um cronômetro com incerteza de $\pm 0,1$ s.

Projeto 2. Um reservatório é colocado sobre uma balança recebendo o líquido que passa pelo medidor a ser calibrado. A leitura da balança é automaticamente registrada por um sistema de aquisição de dados para um intervalo de tempo fixo igual a 30 segundos, contados a partir do início do enchimento do reservatório. As incertezas na medida da massa e do tempo valem, respectivamente, ± 2 g e ± 1 s.