



Condução de calor

Objetivo: determinar o coeficiente de condução de calor de um copo de parede dupla e estimar a temperatura de equilíbrio do sistema.

Material

1. Um recipiente grande.
2. Um copo de parede dupla (um copo de plástico dentro de outro).
3. Um recipiente (jarra) para transportar água.
4. Um cronómetro/cronómetro.
5. Dois termómetros/termómetros.
6. Um suporte para os termómetros/termómetros e para os recipientes.
7. Água (disponível nos depósitos).
8. Uma resistência elétrica para aquecer a água. **CUIDADOS:** deverá somente ligar (ou desligar) a resistência quando esta estiver totalmente debaixo de água; não ponha os dedos na água enquanto a resistência estiver ligada. O termómetro/termómetro não deve tocar a resistência ligada.

Introdução

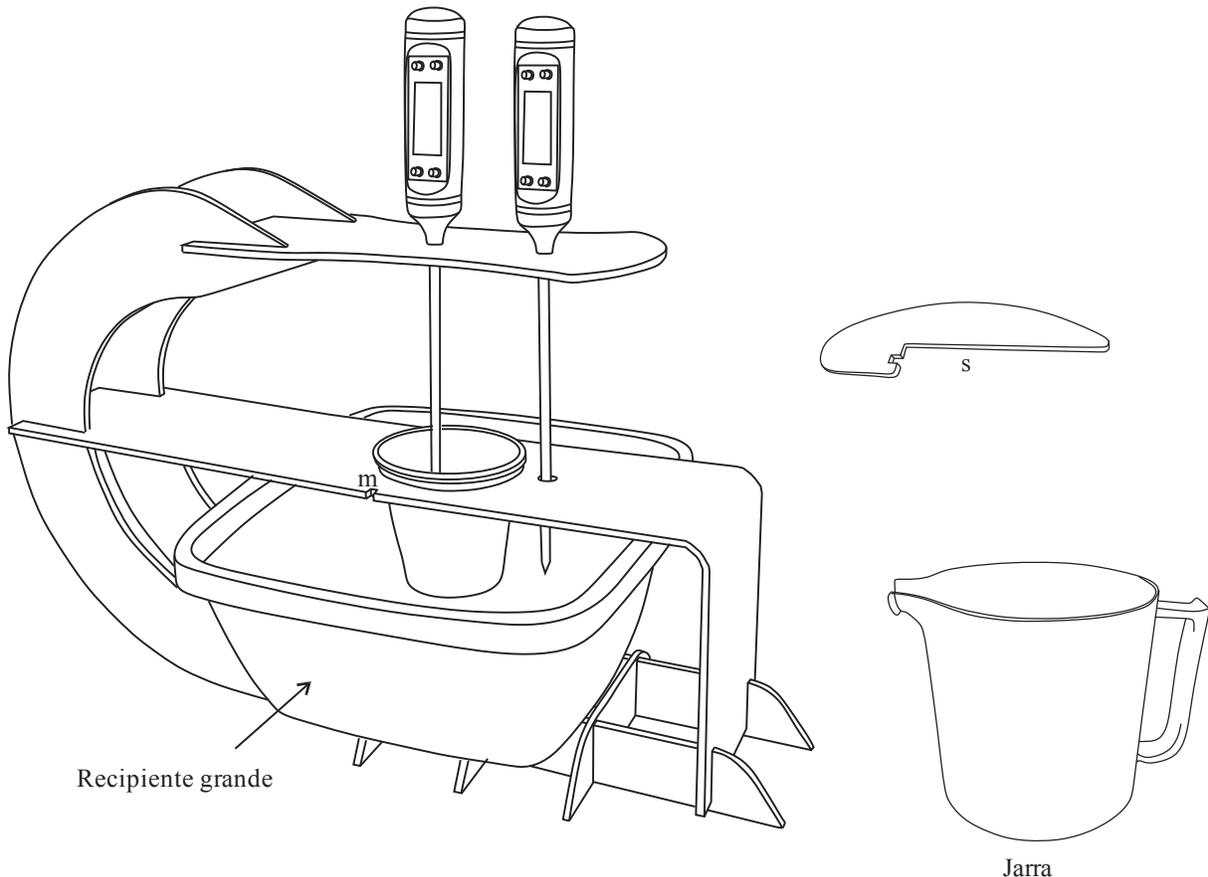
A lei de Fourier diz que o calor ΔQ que passa através de uma parede num intervalo de tempo Δt é proporcional à diferença ΔT entre as temperaturas dos dois lados da parede:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = B \Delta T \quad (1),$$

onde o coeficiente de condução de calor B da parede é função da espessura, forma, material, etc. da parede.

Procedimento

1. Monte o material como está indicado na figura. A peça s encaixa na fenda m e permite prender o copo (o uso desta peça é opcional).
2. O recipiente maior deve conter água quente e o copo de plástico deve conter água fria. As superfícies da água no recipiente e no copo devem estar as duas alinhadas com a marca assinalada no copo. Inicialmente a temperatura da água quente no recipiente deve ser um pouco mais alta do que $60\text{ }^\circ\text{C}$. A temperatura da água no copo deve estar inicialmente próxima da temperatura ambiente. A quantidade de água no copo até à marca é $150 \pm 2\text{ ml}$.
3. Meça simultaneamente a temperatura da água fria T_f e a temperatura da água quente T_c em função do tempo t . Tome estas medidas durante o tempo no qual a temperatura da água quente estiver aproximadamente entre $60\text{ }^\circ\text{C}$ e $50\text{ }^\circ\text{C}$. *Não agite os líquidos.*



Tarefas

1. Coeficiente de condução de calor do copo de parede dupla

1.1 Anote na tabela 1 as grandezas t , T_c e T_f e outras que considere pertinentes. (3 pontos)

1.2 Represente T_c e T_f em função do tempo t no gráfico 1. (2 pontos)

1.3 Faça um segundo gráfico (gráfico 2) que lhe permita determinar o coeficiente B , assim como o valor da sua incerteza. Ao modelo implementado na equação (1) pode adicionar-se um termo constante que está associada a perdas de calor para o ambiente. Não é necessário calcular o valor deste termo. (3,0 pontos)

2. Temperatura de equilíbrio

2.1 Represente num só gráfico (gráfico 3) $\Delta T = T_c - T_f$ em função de T_c e $\Delta T = T_c - T_f$ em função de T_f . (1 ponto)

2.2 A partir deste gráfico 3, determine a temperatura na qual a água fria atinge o equilíbrio térmico com a água quente. Não é necessário o cálculo das incertezas. (1 ponto)



Propriedades da Água

Massa molar	μ	$0,018 \text{ kg mol}^{-1}$
Pressão de vapor	p_v	$3,17 \times 10^3 \text{ Pa}$
Densidade	ρ	1000 kg m^{-3}
Acidez	pKa	13,99
Capacidade calorífica específica	c	$4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Condutividade térmica	λ	$0,61 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Índice de refração	n	1,33
Viscosidade	η	$8,9 \times 10^{-4} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

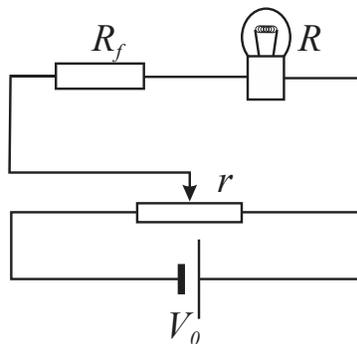


Radiação de calor

Objetivo: determinar o comprimento e o diâmetro do filamento de uma lâmpada.

Materiais

1. Uma fonte de corrente contínua (deve-se usar sempre na posição $V_0 = 6 \text{ V}$).
2. Uma placa de circuito (Protoboard) com uma resistência ajustável (potenciômetro/potenciómetro), uma lâmpada de uma lanterna, e uma resistência fixa de $R_f = 1 \Omega$, conectados entre si como se mostra na figura.
3. Um multímetro (**deve-se usar somente como voltímetro; está proibido usar o multímetro na função para medir resistência e/ou corrente**).
4. Uma chave de fendas (utilizada para ajustar o valor da potenciômetro/potenciómetro).
5. Cabos de conexão.



Introdução

O filamento de uma lâmpada é feito de um arame de tungstênio/tungstênio em forma de hélice, que se torna incandescente quando atravessado por uma corrente elétrica, irradiando luz e calor. A resistência ôhmica R do filamento aumenta linearmente com a temperatura T , ou seja:

$$\frac{\Delta R}{\Delta T} = \alpha R_0 \quad (1),$$

Onde R_0 é a resistência do filamento à temperatura ambiente e $\alpha = 5,1 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ é o coeficiente térmico de resistividade do tungstênio/tungstênio. A resistividade do tungstênio/tungstênio à temperatura ambiente é $\rho_0 = 5,5 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

Procedimento e tarefas

1. Características da lâmpada

O valor r da resistência variável se manipula girando o parafuso que fica na parte superior do potenciômetro/potenciómetro. Devido à natureza do potenciômetro/potenciómetro, sua sensibilidade ao giro varia substancialmente com o ângulo de rotação; isto não significa que ele esteja danificado.



1.1 Ligue os cabos que saem da Protoboard à fonte de tensão para construir o circuito indicado na figura.

1.2 Variando o valor de r meça a tensão V entre os terminais da lâmpada tomando pelo menos 10 medições no intervalo de $0,030 V$ a $0,100 V$ e pelo menos outras 10 medições no intervalo de $0,100 V$ a $5,60 V$. Simultaneamente, meça outra(s) tensão(ões) do circuito, a partir da(s) qual(quais) pode-se calcular a intensidade I da corrente na lâmpada, a sua resistência ôhmica R e a potência dissipada P pela lâmpada. Escreva seus dados na Tabela 1. (2,5 pontos)

1.3 Construa a curva característica $I(V)$ no gráfico 1. (0,5 pontos)

1.4 Construa a curva $P(V)$ no gráfico 2. (0,5 pontos)

2. Resistência de uma lâmpada a temperaturas próximas à ambiente

A temperaturas próximas à ambiente, pode-se desprezar a variação da resistência ôhmica com a variação da temperatura.

2.1 A partir do gráfico 1 determine a resistência R_0 para temperaturas próximas à temperatura ambiente, com sua respectiva incerteza. (1 ponto)

3. Relação entre a potência dissipada e a resistência a altas temperaturas.

A altas temperaturas a energia do filamento se dissipa principalmente por radiação. Neste caso, a potência dissipada é:

$$P = A\sigma T^4 \quad (2),$$

Onde A é a área do filamento e $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ é a constante de Stefan-Boltzmann.

3.1 A partir das equações (1) e (2) encontre uma expressão que relacione a potência dissipada P com a resistência R do filamento. (1,5 pontos)

3.2 Construa um gráfico a partir da linearização da expressão encontrada em 3.1 (gráfico 3). (2 pontos)

4. Comprimento e diâmetro do filamento

4.1 Determine o comprimento do filamento, com sua respectiva incerteza. (1 ponto)

4.2 Determine o diâmetro do filamento, com sua respectiva incerteza. (1 ponto)