

## Orientações

Essa aula aborda os processos pelos quais o calor se transfere de uma região mais quente a uma mais fria, envolvendo ou não matéria. Reforçar a necessidade de duas temperaturas diferentes para que a transferência ocorra de forma espontânea.

Apresentar o processo de condução térmica, ressaltando a necessidade da presença de matéria e a restrição ao seu movimento, associando esse processo aos sólidos. Classificar os materiais em bons e maus condutores. Explicar que o termo “isolante”, apesar de muito utilizado em normas de segurança e manuais, refere-se a materiais que são maus condutores, uma vez que não existe material isolante de fato.

Quantificar a transferência de calor através de barras ou paredes, por meio do modelo de Fourier.

Apresentar o processo de convecção, explicitando a movimentação de matéria e associando esse processo a líquidos e gases, devido à característica de maior mobilidade das partículas nesses dois estados da matéria. Ressaltar a influência da temperatura na diferença de densidades e a influência da gravidade na formação das correntes de convecção.

Comentar a formação de brisas litorâneas e, sendo possível, falar sobre chuvas orográficas. Pode-se também, associar esse fenômeno da convecção à inversão térmica e aos efeitos nocivos da poluição atmosférica em centros urbanos, agravados no inverno.

Apresentar a irradiação, caracterizando-a como emissão de ondas eletromagnéticas e a não necessidade de matéria para sua ocorrência. Relacioná-la ao vácuo e explicar como o fenômeno da irradiação solar aquece o planeta. Se possível, explicar a ocorrência do efeito estufa e a manutenção das condições para a vida na Terra como a conhecemos. Sugerir leituras sobre a intensificação do efeito estufa por causas antrópicas e suas consequências apontadas atualmente pela ciência.

Comentar a necessidade de minimizar a transferência de calor em determinadas situações. Apresentar o vaso de Dewar como dispositivo tecnológico criado para esse fim, minimizando as transferências de calor pelos três processos.

## RESOLUÇÕES

### Exercícios de sala

- D**

O calor no espaço é transferido por meio da irradiação, visto que é o único modo que independe de meio material (lacuna I). A condução ocorre pela transmissão do calor entre partículas adjacentes (lacuna II). A convecção é a troca de calor por troca de matéria (lacuna III), o que é característico dos meios fluidos (líquido ou gasoso).
- A**

Afirmiação I: verdadeira. Apesar de o alimento trocar calor em todas as formas, a convecção passa a ser favorecida quando em contato com um meio gasoso. A radiação é favorecida quando a diferença de temperatura entre os objetos é muito elevada, o que não ocorre na geladeira.

Afirmiação II: verdadeira. Considerando que a troca de calor na geladeira comum se dá principalmente pela convecção, é ideal que o congelador esteja na parte de cima para que o gás frio (mais denso) desça e o gás quente (menos denso) suba, permitindo que as correntes de convecção se estabeleçam no interior do refrigerador.

Afirmiação III: verdadeira. É necessário reduzir a troca de calor do interior da geladeira com o meio externo, visto que há uma diferença de temperatura. Sendo a geladeira um objeto sólido, a condução passa a ser a troca preferencial em suas paredes e, por consequência, é necessário usar materiais que são maus condutores (também chamados de isolantes) para tornar o dispositivo mais econômico.

Afirmiação IV: verdadeira. Geladeiras comuns têm grades vazadas para permitir que o ar circule verticalmente pela diferença de densidade do ar quente com o frio.

3.

a) A quantidade de energia absorvida pelo gelo é:

$$Q_L = \Delta m \cdot L \Rightarrow Q_L = 9 \cdot 10^3 \cdot 80$$

$$Q_L = 720 \text{ kcal} = 2880 \text{ kJ}$$

Portanto, o fluxo de calor pode ser calculado é:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \phi = \frac{2880 \cdot 10^3}{10 \cdot 60 \cdot 60} \Rightarrow \phi = 80 \text{ W}$$

b) Como o calor atravessa todas as superfícies da caixa, deve-se considerar a área total para a substituição na equação de Fourier:

$$A_{\text{total}} = 2 \cdot (0,4 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,4 + 0,4 \cdot 0,6) \Rightarrow A_{\text{total}} = 1,28 \text{ m}^2$$

Substituindo na equação de Fourier, temos:

$$\phi = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \Rightarrow L = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{\phi}$$

$$L = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 1,28 \cdot (30 - 0)}{80}$$

$$L = 0,0192 \text{ m} = 1,92 \text{ cm}$$

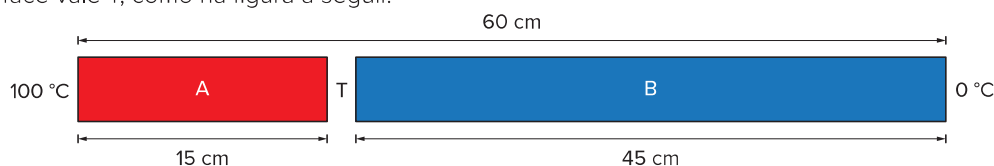
4.

a) Da equação de Fourier, temos:

$$\phi = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} = 0,16 \cdot 12 \cdot \frac{(100 - 0)}{60}$$

$$\phi = 3,2 \text{ cal/s}$$

b) Podemos pensar que a barra original é formada por duas barras menores em série e que a temperatura na interface vale T, como na figura a seguir.



Se a barra está no regime permanente, então o fluxo é constante ao longo de toda a barra. Sendo assim, pode-se igualar os fluxos de ambas barras:

$$\phi_A = \phi_B \Rightarrow k \cdot A \cdot \frac{\Delta T_A}{L_A} = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T_B}{L_B}$$

$$\frac{(100 - T)}{15} = \frac{(T - 0)}{45} \Rightarrow 300 - 3T = T$$

$$T = 75 \text{ °C}$$

5. Como o sistema está em regime estacionário, todo o fluxo que entra na barra de cobre deve ser transferido para a barra de alumínio e de ferro. Sendo assim:

$$\phi_{\text{Cu}} = \phi_{\text{Al}} + \phi_{\text{Fe}} \Rightarrow k_{\text{Cu}} \cdot A_{\text{Cu}} \cdot \frac{\Delta T_{\text{Cu}}}{L_{\text{Cu}}} = k_{\text{Al}} \cdot A_{\text{Al}} \cdot \frac{\Delta T_{\text{Al}}}{L_{\text{Al}}} + k_{\text{Fe}} \cdot A_{\text{Fe}} \cdot \frac{\Delta T_{\text{Fe}}}{L_{\text{Fe}}}$$

$$400 \cdot 2A \cdot \frac{(90 - T)}{2L} = 240 \cdot A \cdot \frac{(T - 0)}{2L} + 80 \cdot A \cdot \frac{(T - 0)}{L}$$

$$40 \cdot (90 - T) = 20 \cdot (T - 0)$$

$$180 - 2T = T \Rightarrow 180 = 3T$$

$$T = 60 \text{ °C}$$

É interessante notar que o coeficiente de condutividade térmica foi dado em kelvin, porém, como a variação de temperatura em kelvin é equivalente à variação em grau Celsius, podemos usar diretamente os valores de temperatura em graus Celsius.

6. **D**

Relacionando às afirmações aos processos de transferência de calor, temos:

- I. O plástico é um mau condutor térmico, portanto, reduz a troca de calor por condução.
- II. O vácuo impede que haja a troca de calor dependente dos meios materiais, portanto, reduz as trocas por condução e convecção.
- III. A parede espelhada minimiza a troca de calor por radiação.