

Lista 1 - Transferência de calor 1
Prof. Rafael Gabler Gontijo - Unicamp/FEM

1. Um fluxo de calor de $q'' = 20W/m^2$ é aplicado em uma parede de 100 mm de espessura, feita de um material que possui condutividade térmica $k = 12W/m.K$. Através de dois termopares você consegue medir em um dado instante de tempo t temperaturas de $30^\circ C$ e $50^\circ C$ nas paredes fria e quente respectivamente. Esse instante de tempo t é maior ou igual ao instante mínimo requerido para que se considere uma condição de regime permanente?
2. Uma determinada janela de vidro possui largura $W = 1m$, altura $H = 2m$, espessura $\ell = 5mm$ e condutividade térmica $k_v = 1.4W/m.K$. Se em um dia frio de inverno no hemisfério norte, essa janela possui temperaturas de $15^\circ C$ e $-20^\circ C$ em suas faces interna e externa respectivamente. Qual é a taxa de perda de calor através do vidro? Quantas lâmpadas halogênicas de $50W$ deveriam ser ligadas simultaneamente para fornecer uma entrada de energia por unidade de tempo equivalente à perda de calor através dessa janela? Se o custo do kWh nesse local é de $R\$0,20$ e essa condição de perda de calor se mantém ao longo das 24 horas do dia durante um período de inverno de 2 meses (60 dias) qual será o valor gasto em $R\$$ para manter esse cômodo aquecido durante o inverno?
3. Considere agora que você decidiu melhorar o sistema de isolamento da janela do item anterior. Para atingir esse propósito você utilizou duas folhas de vidro com uma camada de ar entre elas de $10mm$ de espessura. Nesse segundo cenário as temperaturas das faces das janelas em contato com o ar de isolamento são de $10^\circ C$ e $-15^\circ C$. Considerando que o ar possui condutividade térmica $k_a = 0.024W/m.K$, qual é o novo valor da taxa de perda de calor através dessa janela? Calcule também quantas lâmpadas halógenas de $50W$ deveriam ser ligadas simultaneamente para fornecer uma entrada de energia por unidade de tempo equivalente à perda de calor através dessa janela. Aproveite e calcule o novo valor em reais gastos durante o inverno para manter esse cômodo aquecido. Se o custo desse novo sistema de isolamento é de 200 reais, em quantos invernos esse investimento se paga através de economia de energia gasta para fins de aquecimento?
4. A lei de Wiedemann–Franz estabelece de forma empírica que para um sólido metálico existe uma correlação direta entre sua condutividade térmica k e elétrica σ . Essa correlação é dada por:

$$\frac{k}{\sigma} = LT,$$

em que T é a temperatura absoluta do material e L é uma constante dimensional chamada número de Loren. Baseado nessa informação responda as perguntas a seguir:

- Interprete a dependência funcional da razão de condutividades térmica e elétrica com a temperatura do material metálico dada pela relação de Wiedemann-Franz. Porque essa razão aumenta com o aumento de temperatura?
 - A aplicação de uma teoria cinética que trata os elétrons livres em um sólido metálico de forma análoga a um gás nos permite determinar o valor de L . Esse valor é de $L = 2.44 \times 10^{-8} W\Omega K^{-2}$. Dado que a resistividade elétrica ($1/\sigma$) do cobre a $20^\circ C$ é de $1.72 \times 10^{-6} \Omega.cm$, estime sua condutividade térmica em $W/m.K$ pela lei de Wiedemann-Franz. Compare seu resultado com valores conhecidos através de caracterizações experimentais, pré-tabelados em livros e/ou na internet.
5. A transmissão de um determinado veículo com dimensões $0.30m \times 0.30m \times 0.30m$ está conectada a um eixo de entrada que transmite uma potência de 150 hp recebida do motor. Considere que a eficiência da transmissão é de $\eta = 0.93$ e que a mesma está exposta ao ar, que se movimenta em torno desta e conseqüentemente convecta calor de sua superfície. O escoamento

de ar em torno da caixa encontrase à $30^{\circ}C$ e possui um coeficiente de transferência de calor por convecção de $h = 200W/m^2.K$. Qual será a temperatura da superfície da caixa nessa situação?

6. Um novo prédio está sendo projetado e será construído num local de clima frio. Este prédio possui um porão com uma parede de 200 mm de espessura. A temperatura das superfícies interna e externa da parede são de $20^{\circ}C$ e $0^{\circ}C$ respectivamente. O projetista pode especificar o material da parede para ser concreto aerado com condutividade térmica de $k_{ca} = 0.15W/m.K$ ou concreto misturado com pedras. Para reduzir a perda de calor por condução através da parede de concreto misturado com pedras para os mesmos níveis da perda através da parede de concreto aerado, qual teria de ser a espessura de uma folha de poliestireno extrudada aplicada no interior da parede de concreto misturado com pedras? As dimensões do porão (do piso) são de 20m x 30 m e o aluguel mensal é de U\$ 50 por m^2 por mês. Se o projetista optar por construir a parede com concreto misturado com pedras (os mesmos 200 mm de espessura) qual seria a perda anual de dinheiro associada ao aluguel que ele deixaria de receber pelo fato das folhas extrudadas de poliestireno consumirem uma fração da área interna do espaço? A condutividade térmica do concreto misturado com pedras é de $k_{cm} = 1.4W/m.K$ e a da folha de poliestireno extrudada de $k_{pe} = 0.027W/m.K$.