

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**Engenharia Química - Instituto de Química**

**Lista de Exercícios 2 – Fenômenos de Transporte 2**

Prof. Dyrney Araújo dos Santos

**Exercício 1:** Ar, a uma pressão de 1 atm e temperatura de 50°C, encontra-se em escoamento paralelo sobre a superfície superior de uma placa plana que é aquecida até uma temperatura uniforme de 100°C. A placa tem um comprimento de 0,20 m (na direção do escoamento) e uma largura de 0,10 m. O número de Reynolds baseado no comprimento da placa é de 40.000. Qual é a taxa de transferência de calor da placa para o ar? Se a velocidade na corrente livre do ar for dobrada e a pressão for aumentada para 10 atm, qual será a taxa de transferência de calor (considere o ar comportando-se como gás ideal)?

**Obs:** Para um fluido ideal tem-se:  $\rho = \frac{PM}{RT}$

**Exercício 2:** Considere uma aleta retangular que é usada para resfriar o motor de uma motocicleta. A aleta possui 0,15 m de comprimento e está a uma temperatura de 250°C, quando a motocicleta se desloca a uma velocidade de 80 km/h em ar a 27°C. O ar encontra-se em escoamento paralelo às superfícies da aleta. Qual é a taxa de remoção de calor por unidade de largura da aleta? Considere perdas de calor apenas nas superfícies superior e inferior da mesma.

**Exercício 3:** Considere ar atmosférico e água, cada um com uma velocidade de 5 m/s e a uma temperatura de 20°C, em escoamento cruzado sobre um cilindro com 10 mm de diâmetro, mantido a 50°C. Calcule a taxa de transferência de calor por unidade de comprimento do cilindro para cada fluido.

**Exercício 4:** Um recipiente esférico de instrumentos para medições submarinas, usado para sondagens e para medir condições da água, tem um diâmetro de 85 mm e transfere 300 W para a água.

- a) Determine a temperatura superficial do recipiente quando suspenso em uma baía na qual a corrente é de 1 m/s e a temperatura da água é de 15°C (considere a água saturada). **(Somente para a estimativa das propriedades do fluido na temperatura superficial, considere 290 K).**
- b) Inadvertidamente, o recipiente é retirado da água e suspenso no ar ambiente sem desativar a potência. Determine a temperatura superficial do recipiente com ar a 15°C e a uma velocidade de 3 m/s. **(Somente para a estimativa das propriedades do fluido na temperatura superficial, considere 900 K).**

**Exercício 5:** Seja o feixe alinhado de tubos com as seguintes características,  $D = 10$  mm,  $L = 1$  m,  $S_T = S_L = 15$  mm, com vapor d'água em condensação usado para aquecer ar atmosférico entrando no feixe a 25°C e a 5 m/s. Qual é o valor mínimo do número de fileiras de tubos necessário para atingir uma temperatura de saída maior ou igual a 75°C? Para fins de cálculos, considere o fator de correção para a correlação de Zhukauskas aproximadamente igual a 1.

**Exercício 6:** Um tubo de 2 cm de diâmetro tem a parede mantida à temperatura de 90°C. Água saturada entra no tubo a uma temperatura média de 40°C saindo a uma

temperatura média de 60°C. Se a água entra com velocidade de 3 m/s, calcule o comprimento do tubo necessário para o aquecimento nas seguintes condições:

- Tubo rugoso com rugosidade relativa igual a 0,001.
- Tubo liso.

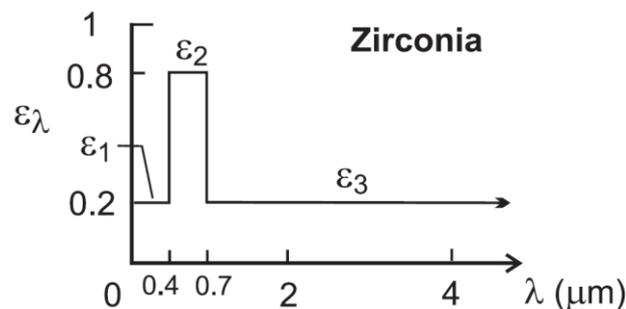
**Exercício 7:** Considere um duto de área de seção transversal triangular de 0,04 m<sup>2</sup> (triângulo equilátero com lados iguais a  $l$ ) e comprimento de 2 m. A vazão mássica de ar que entra no duto é de  $4 \times 10^{-4}$  kg/s e se encontra a 27°C. Um fluxo térmico uniforme de 400 W/m<sup>2</sup> é imposto na superfície do duto. Estime a temperatura do ar e da superfície do duto na sua saída.

**Dado:** área de um triângulo equilátero:  $A = \frac{l^2 \sqrt{3}}{4}$

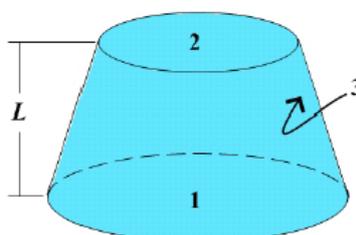
**Exercício 8:** Um anteparo de vidro, usado em frente a uma lareira para reduzir o arraste do ar ambiente através da chaminé, tem uma altura de 0,71 m e uma largura de 1,02 m, e atinge uma temperatura de 232°C. Se a temperatura da sala é de 23°C, estime a taxa de transferência de calor por convecção natural da lareira para a sala. O ar na sala está quiescente (“repouso”) e comporta-se como um gás ideal.

**Exercício 9:** Considere a transferência de calor por convecção natural em uma superfície vertical com 1 m de altura e 0,6 m de largura para o ar quiescente (em repouso), que está a 20 K mais frio do que a superfície. Qual é a razão entre as taxas de transferência de calor nesta situação e na que corresponde a uma superfície vertical com 0,6 m de altura por 1 m de largura para ar quiescente (em repouso) 20 K mais quente do que a superfície? Neste caso, despreze a influência da temperatura sobre as propriedades físicas do ar e avalie as mesmas a 300 K. Considere o ar comportando-se como um fluido ideal.

**Exercício 10:** Considerando que a emissividade da zircônia a 3000 K apresenta a distribuição mostrada na figura abaixo, determine a emissividade total da zircônia a 3000 K.



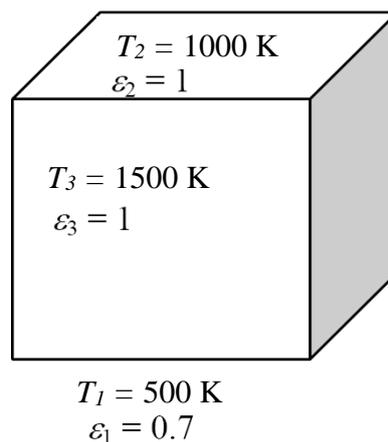
**Exercício 11:** Um cone truncado de 10 cm de altura com diâmetros da base e topo de 20 e 10 cm. Calcule o fator de forma entre a superfície superior e a lateral ( $F_{23}$ ) e o fator de forma da lateral consigo mesmo ( $F_{33}$ ).



**Exercício 12:** Dois discos paralelos de diâmetros  $D = 0,6$  m, separados por uma distância de  $L = 0,4$  m, estão localizados diretamente um sobre o outro. Ambos os discos se comportam como corpos negros e são mantidos a uma temperatura de 450 K. O ambiente no qual os discos estão inseridos também pode ser considerado como um corpo negro à temperatura de 300K. Determinar a transferência líquida de calor dos discos para o ambiente.

**Exercício 13:** Dois quadrados de lado 0,5 m de lado são posicionados perpendicularmente com uma aresta comum. A superfície 1, pertencente a aresta em comum, tem temperatura de 1000K e emissividade 0,6, enquanto a superfície 2 comporta-se como um corpo negro. O conjunto é colocado dentro de uma sala muito grande a 300K. Determine a temperatura da superfície 2 e o calor perdido pela superfície 1 mantida a 1000K.

**Exercício 14:** Considere um forno em forma de cubo 50cmx50cmx50cm cujas faces estão trocando calor por radiação. As faces superior e lateral aproximam-se do comportamento de corpos negros enquanto a face inferior possui uma emissividade de 0,7. As faces inferior, superior e lateral do forno são mantidas a temperaturas uniformes de 500 K, 1000 K e 1500 K, respectivamente, conforme figura abaixo.



Determine:

- A transferência líquida de calor por radiação trocada entre as faces inferior e laterais.
- A transferência líquida de calor por radiação trocada entre as faces inferior e superior.
- A taxa líquida de calor transferida para a face inferior.