

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PME3238 - FENÔMENOS DE TRANSPORTE - LISTA SUBSTITUTIVA 13/07/2020
ENTREGA: 14/07/2020 ATÉ ÀS 08:00

- 1) (2,0 pontos) Ar escoa em tubo com diâmetro de 0,003 m e de comprimento de 0,6 m como mostra a Figura 1. Determine o fator de atrito deste tubo sabendo que, para uma vazão de $5,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$, o manômetro mede uma altura de $h=0,04 \text{ m}$. Despreze as perdas no tanque de ar e adote as seguintes propriedades do ar : $\rho=1,2 \text{ kg/m}^3$ e $\mu=184,6 \times 10^{-7} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ e para água : peso específico= 10.000 N/m^3 . Compare o seu resultado com o valor dado pela equação $f=64/\text{Re}$, que é válida para escoamento laminar. No caso analisado, o escoamento é laminar ou turbulento?

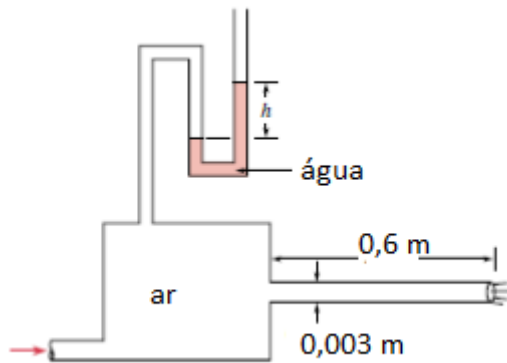


Figura 1

- 2) (2,0 pontos) Como mostrado na Figura 2, um jato de água se eleva a 0,08 m acima da saída de um tubulação vertical conectada a três segmentos de tubos horizontais. O comprimento total destes tubos soma 0,5 m da seção 1 até a saída vertical. Para um diâmetro dos tubos de 0,02 m, determine qual deve ser a pressão absoluta na seção 1 para que a situação apresentada possa ocorrer. Adote: aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , a viscosidade cinemática da água igual a $1,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, rugosidade relativa dos tubos igual a 0,008 e pressão atmosférica igual a 100 kPa. Para cada cotovelo, avalie a perda localizada pela equação: $h_m = 1,5 \frac{V^2}{2g}$.

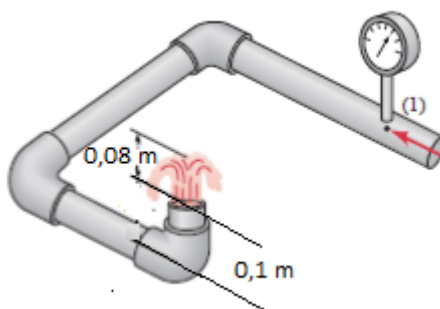


Figura 2.

- 3) (1,0 ponto) Um túnel de vento vertical pode ser usado para prática de queda livre. Avalie a velocidade vertical necessária (U) em túnel vertical para manter uma pessoa de 60 kg “flutuando” (a) completamente encolhida e (b) na posição horizontal como mostra a Figura 3. Para as condições aqui analisadas, avalie o coeficiente de arrasto pela tabela 1 e assuma a massa específica do ar igual a $1,2 \text{ kg/m}^3$ e aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

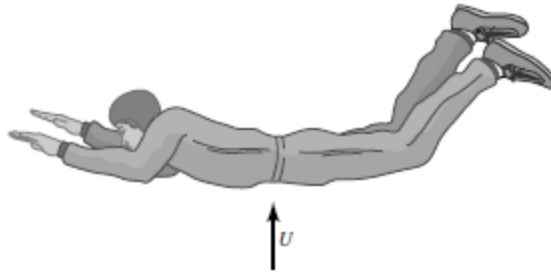


Figura 3





Tabela 1

Pessoa média	Em pé	$C_D A = 0,84 \text{ m}^2$
	Sentada	$C_D A = 0,56 \text{ m}^2$
	Encolhida	$C_D A = 0,23 \text{ m}^2$

$A = \text{área da pessoa} = 1 \text{ m}^2$

4) (1,0 ponto) Dois ciclistas pedalam a uma velocidade de 30 km/h com ar parado, um atrás do outro. Caso o ciclista que está atrás resolva ultrapassar o ciclista da frente, qual será o aumento percentual de arrasto que ele deverá superar para fazer esta ultrapassagem? Considere apenas o arrasto devido a movimentação dos ciclistas e avalie o coeficiente de arrasto utilizando a tabela 2 e considerando: massa específica do ar igual a $1,2 \text{ kg/m}^3$, aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

Tabela 2

	Área de arrasto	Coeficiente de arrasto
 Ciclista em passeio	$A = 0,52 \text{ m}^2$	1,1
 Ciclista em corrida sozinho	$A = 0,36 \text{ m}^2$	0,88
 Ciclistas em dupla	$A = 0,36 \text{ m}^2$	0,50
 Ciclista com aerofólio	$A = 0,47 \text{ m}^2$	0,12

5) (1,5 ponto) A parede de forno de secagem é construída colocando uma camada de isolamento de condutividade térmica $k = 0,05 \text{ W/m.K}$ entre duas placas de metal bem finas e com alta condutividade térmica (Figura 5). O forno está a uma temperatura de 300°C com um coeficiente de convecção $h_i = 30 \text{ W/m}^2.\text{K}$. Os elementos que estão no interior do forno emitem uma taxa de radiação de $q_{\text{rad}} = 100 \text{ W/m}^2$. A temperatura externa ao forno é de 25°C com um coeficiente de convecção $h_e = 10 \text{ W/m}^2.\text{K}$. Nestas condições, avalie:

- O circuito térmico equivalente indicando todas as taxas de transferência de calor, temperaturas e resistências térmicas
- A espessura L para que a temperatura da superfície externa do forno (T_o) não ultrapasse 40°C

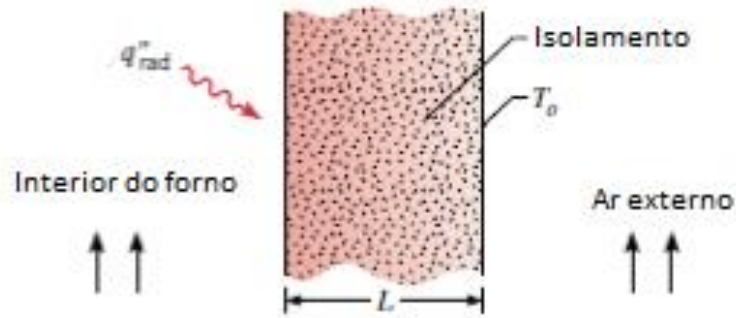


Figura 5

6) (1,5 ponto) Um conjunto de componentes eletrônicos são montados na superfície inferior de uma placa de alumínio de 1,2 m por 1,2 m (Figura 6). A superfície superior da placa é submetida a um escoamento de ar com velocidade igual a 15 m/s e temperatura de 300 K. O conjunto placas e componentes são fixados em um invólucro isolado de tal forma que todo o calor dos componentes é dissipado para o escoamento de ar e a placa de alumínio é suficientemente espessa de tal forma que se pode admitir que a placa está a uma temperatura uniforme. Nestas condições, avalie qual deve ser a potência máxima a ser dissipada pelos componentes para que a temperatura da placa não ultrapasse ao valor de 350 K. Assuma que as propriedades do ar são: $\rho=0,995 \text{ kg/m}^3$; $\mu=08,2 \times 10^{-7} \text{ Pa.s}$; $k=30 \times 10^{-3} \text{ W/m.K}$; $Pr=0,7$.

Dados:

Regime	Número de Reynolds	Número de Nusselt
Laminar	$Re \leq 10^4$	$\overline{Nu}_L = \frac{\bar{h}L}{k} = 0,664 Re_L^{1/2} Pr^{1/3}$
Misto	$10^4 > Re \leq 5 \times 10^5$	$\overline{Nu}_L = \frac{\bar{h}L}{k} = (0,037 Re_L^{4/5} - 871) Pr^{1/3}$
Turbulento	$Re > 5 \times 10^5$	$\overline{Nu}_L = \frac{\bar{h}L}{k} = 0,037 Re_L^{4/5} Pr^{1/3}$

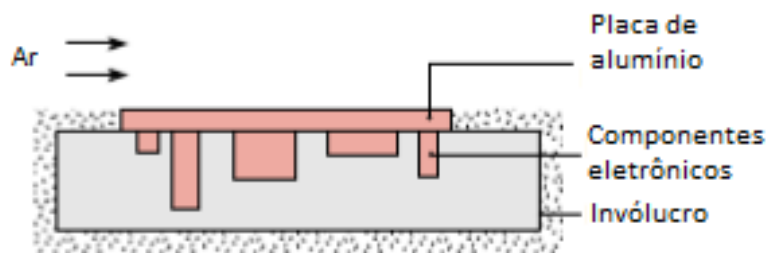


Figura 6

7) (1,0 ponto) Radiação solar com uma taxa de 1.100 W/m^2 incide em um telhado horizontal metálico exposto a ar escoando com um coeficiente de convecção de $25 \text{ W/m}^2.\text{K}$ e uma temperatura de 27°C . A absorvidade da superfície metálica é igual 0,60 e sua emissividade é igual a 0,20. Assumindo que a superfície inferior do telhado é bem isolada, determine a temperatura do telhado na condição de regime permanente.