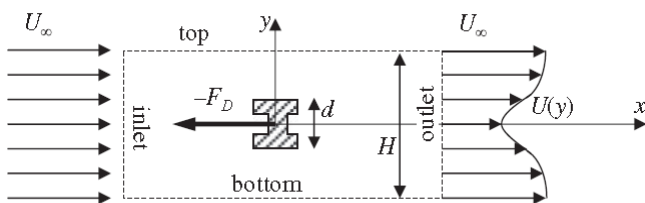


## LISTA DE EXERCÍCIOS 02

Entrega: 17/05/2018 (sexta-feira)

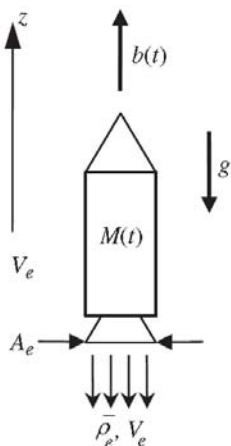
1. Seja um campo de escoamento unidimensional com velocidades  $u = u(x,t)$ ,  $v = 0$  e  $w = 0$ . A massa específica varia de acordo com a expressão  $\rho = \rho_0(2 - \cos \omega t)$ . Encontre a expressão para  $u(x,t)$ , se a condição inicial é  $u(0,t) = U$ .

2. Um jato de água com um diâmetro de 8 cm e velocidade de 25 m/s atinge normalmente uma grande placa plana. Encontre a força requerida para manter a placa estacionária. Compare a pressão média sobre a placa com a pressão de estagnação se a placa possuir 20 vezes a área do jato.



3. Uma longa barra de seção transversal constante é mantida perpendicular a um escoamento uniforme de velocidade  $U_\infty$ . O fluido apresenta massa específica  $\rho$  e viscosidade  $\mu$  constantes. A seção transversal

da barra apresenta como comprimento característico a dimensão  $d$ , e a profundidade  $l$  da barra é muito maior que  $d$ . O perfil médio horizontal de velocidades avaliado a jusante da barra é  $U(y)$ , que é menor que  $U_\infty$  devido à presença da barra. Determine a expressão da força requerida, por unidade de profundidade,  $-F_D/l$ , aplicada às extremidades da barra, para mantê-la fixa. Considere o escoamento bidimensional plano apresentado, em regime permanente, desprezando-se as forças de corpo.



4. Obtenha a equação diferencial para o movimento vertical de um foguete simples, que possui um bocal de saída de gases quentes de área  $A_e$ . Os gases deixam o bocal verticalmente para baixo, com velocidade uniforme  $V_e$  e massa específica  $\rho_e$ . Denote a massa do foguete por  $M(t)$  e assuma que a descarga do foguete seja uniforme (constante com o tempo).

5. Água escoar, em regime permanente, através de um bocal convergente horizontal que a descarrega para a atmosfera. Na entrada, o bocal possui diâmetro  $D_1$  e na saída um diâmetro  $D_2$ . Deduza uma expressão para a pressão manométrica mínima necessária na entrada do bocal para produzir uma vazão volumétrica dada  $Q$ . Avalie a pressão manométrica para  $D_1 = 30$  mm e  $D_2 = 10$  mm quando a vazão volumétrica desejada for de 2 l/s.

6. Considere um túnel de vento supersônico (constituído, basicamente, por um bocal do tipo convergente-divergente). Tal túnel opera a ar e as condições do ar em seu reservatório (correspondente às propriedades de estagnação, ou seja, com velocidade nula) são  $T_0 = 1000$  K e  $p_0 = 10$  atm. As temperaturas do ar na garganta e na saída são, respectivamente,  $T^* = 833$  K e  $T_e = 300$  K. O fluxo de massa de ar que atravessa o túnel é de 0,5 kg/s. Considerando-se que o calor específico do ar,  $c_p = 1008$  J/kgK e que o ar possa ser considerado um gás perfeito, avalie: (a) a velocidade do ar na garganta,  $V^*$ ; (b) a velocidade do ar na saída,  $V_e$ ; (c) a área da garganta,  $A^*$ ; e (d) a área de saída  $A_e$ .

7. Um tanque cilíndrico fechado de 4 m de altura e 2 m de diâmetro contém água até uma profundidade de 3 m. Quando o cilindro é rotacionado a uma velocidade angular constante de 40 rad/s, mostre que cerca de 0,71 m<sup>2</sup> da superfície inferior do tanque é descoberta. Dica: a superfície livre terá a forma de um parabolóide. Para um ponto livre na superfície, seja  $h$  a altura acima do vértice (imaginário) do parabolóide e  $r$  o raio local do parabolóide. Do capítulo 5, tem-se que  $h = \omega_0^2 r^2 / (2g)$ , sendo  $\omega_0$  a velocidade angular do tanque. Aplique essa equação para os dois pontos onde o parabolóide corta as superfícies superior e inferior do tanque.

8. Um tornado pode ser idealizado como um vórtice de Rankine com um núcleo de diâmetro de 30 m. A pressão manométrica para um raio de 15 m é de -2000 Pa (isto é, a pressão absoluta é 2000 Pa abaixo da atmosférica).

(a) Mostre que a circulação ao redor de qualquer circuito ao redor do núcleo é de 5485 m<sup>2</sup>/s. (Dica: aplique a equação de Bernoulli entre o infinito e a fronteira do núcleo).

(b) Tal tornado está se movendo a uma velocidade linear de 25 m/s relativa ao chão. Encontre o tempo necessário para que a pressão manométrica se reduza de -500 Pa para -2000 Pa. Despreze efeitos de compressibilidade e assumo que a temperatura do ar seja de 25°C.