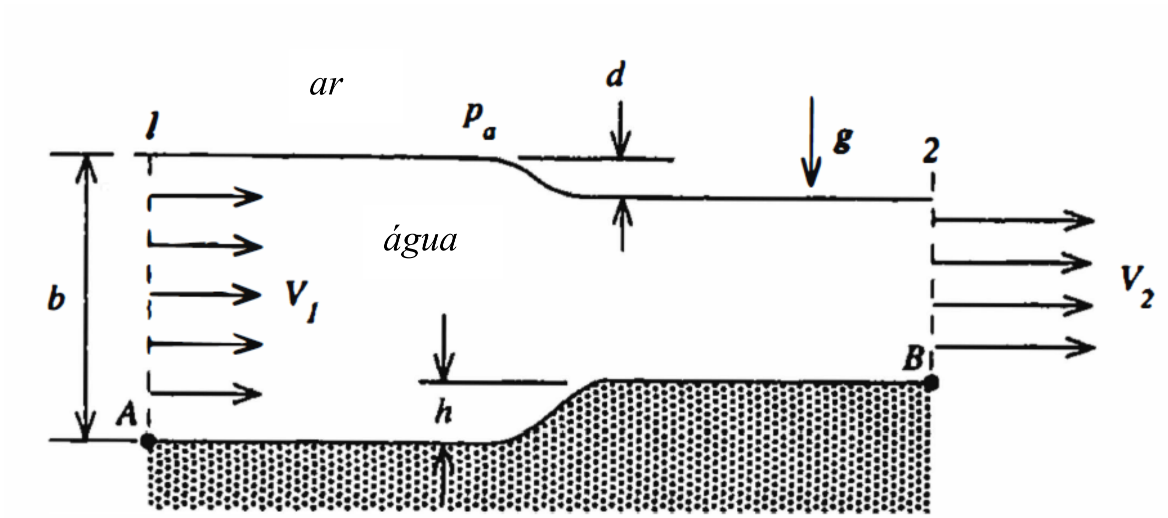
PME 2332 - LABORATÓRIO E APLICAÇÕES DE MECÂNICA DOS FLUIDOS
Segunda Prova - 2014

1. (4 pontos) Em um canal de água de laboratório, um escoamento de água bi-dimensional se desloca de esquerda a direita, como mostrado na figura. Nas seções a montante (*1*) e a jusante (*2*), as velocidades são horizontais e uniformes ao longo da vertical. Se observa que, quando o fluido escoa sobre o degrau h a jusante, a superfície superior diminui uma distância d abaixo do nível a montante (ver figura). A profundidade da água a montante é b, e são desprezados quaisquer efeitos viscosos. Nestas condições e supondo conhecidos h, d, b, a massa específica ρ e a aceleração gravitacional g, determinar:

a) As pressões manométricas na superfície do fundo p_{Am} e p_{Bm}, respectivamente nas posições a montante (*A*) e a jusante (*B*).

b) As velocidades a montante V_1 e a jusante V_2.



Dica: notar que a variação de pressão nas seções *1* e *2* é hidrostática ao longo da vertical, pois a velocidade é horizontal.

Conservação da massa: $0 = \int_{\upsilon} \frac{\partial \rho}{\partial t} d\upsilon + \int_A \rho \left(\boldsymbol{V}.\breve{\boldsymbol{n}}\right) dA$ ou $0 = \frac{d}{dt}\int_{\upsilon} \rho \, d\upsilon + \int_A \rho \left(\boldsymbol{V}_r.\breve{\boldsymbol{n}}\right) dA$

Bernoulli: $p + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g z = cte$

(Adaptado de *Introduction to Fluid Mechanics*, James E. Fay, MIT Press, 1998)

2. (2 pontos) Uma viga simplesmente apoiada de diâmetro D, comprimento L e módulo de elasticidade E (de dimensão de pressão) é submetida a um escoamento transversal de fluido de velocidade V, massa específica ρ e viscosidade μ. A deflexão central δ é considerada uma função de todas essas variáveis.

a) Reescreva essa função proposta na forma adimensional.

b) Admita que se saiba que δ é independente de μ, inversamente proporcional a E e dependente de ρV^2, não de ρ e V separadamente. Simplifique a função adimensional adequadamente.

(De *Mecânica dos Fluidos*, Frank M. White, McGraw-Hill, 2007)

2. (4 pontos) Um pesquisador está interessado em como os peixes se impulsionam através da água por meio das oscilações da cauda. O pesquisador considera uma classe de peixes geometricamente semelhantes e observa que o empuxo F gerado pelo peixe depende do comprimento L, a massa específica do fluido ρ, a velocidade V com que se desloca na água e da frequência Ω com que oscila a cauda. Em um conjunto de experimentos, o pesquisador mede o empuxo F_m desenvolvido por um pequeno marlim (peixe agulha) de comprimento $L_m = 0{,}1\,m$ que se desloca com uma velocidade $V_m = 0{,}1\,m/s$ observando sua aceleração quando o peixe incrementa a frequência de oscilação da cauda Ω_m, encontrando a seguinte correlação:

$$F_m = A_m\,\Omega_m + B_m\,\Omega_m^2$$

onde $A_m = 2{,}5 \times 10^{-3}\,N\,s$ e $B_m = 4{,}0 \times 10^{-5}\,N\,s^2$ são constantes dimensionais de ajuste.

a) Encontrar um conjunto de parâmetros adimensionais que descrevem a relação anterior, detalhando o raciocínio utilizado.

b) Encontrar a relação funcional universal adimensional para o empuxo adimensional em todos os marlins geometricamente semelhantes.

c) Calcular o empuxo de um marlim adulto de comprimento $L_p = 0{,}2\,m$ que se desloca com velocidade $V_p = 0{,}2\,m/s$ e frequência $\Omega_p = 5\,Hz$.

d) Encontrar os fatores de escala de diferência de pressão Δp, potência W e torque T entre o modelo e protótipo.

(Adaptado de *Introduction to Fluid Mechanics*, James E. Fay, MIT Press, 1998)