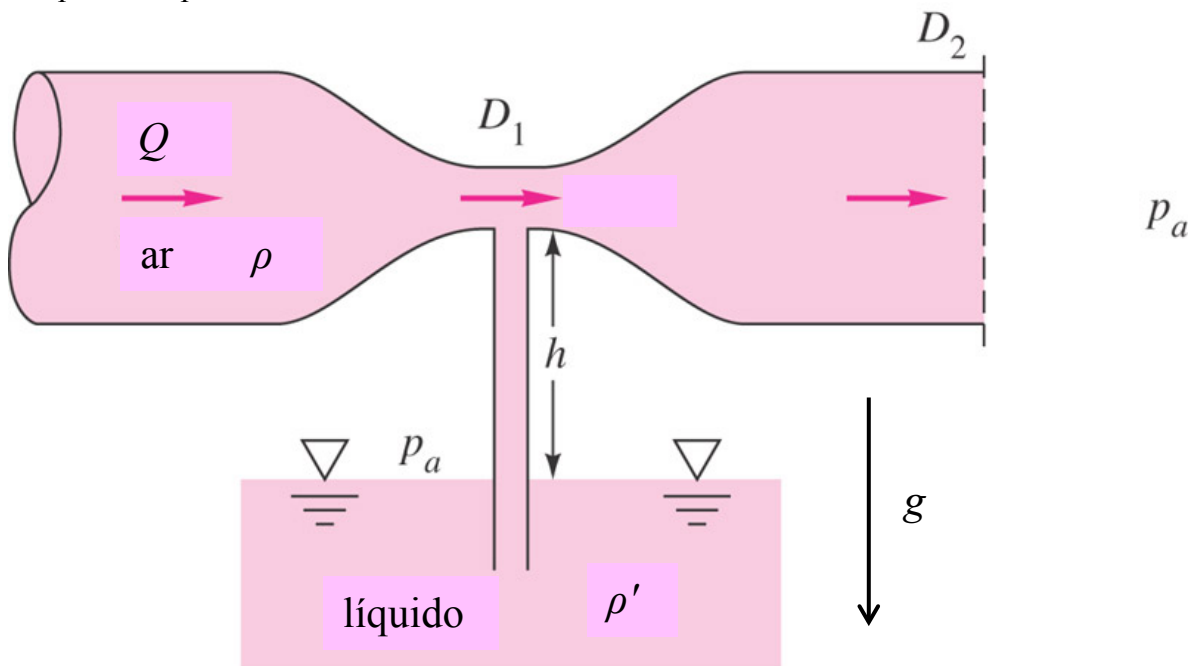


**NOÇÕES DE MECÂNICA DOS FLUIDOS (PME 2333)**  
**Segunda Prova - 2015**

1. (4 pontos) Um tubo convergente-divergente, chamado venturi, desenvolve um escoamento de ar de baixa pressão na garganta, capaz de aspirar um fluido mais pesado para acima de um reservatório, como mostrado na figura. Esse é o princípio de funcionamento das pistolas de pulverização de pintura. As massas específicas do ar e do líquido são respectivamente  $\rho$  e  $\rho'$ , enquanto os diâmetros da garganta e da descarga na atmosfera são respectivamente  $D_1$  e  $D_2$ . Se a altura de elevação acima do nível da líquido no reservatório é  $h$  e a aceleração gravitacional é  $g$ , deduzir uma expressão para a vazão volumétrica de ar  $Q$  suficiente para começar a trazer fluido do reservatório para a garganta. Desprezar as perdas.



Conservação da massa:  $0 = \int_v \frac{\partial \rho}{\partial t} dv + \int_A \rho (\mathbf{V} \cdot \vec{n}) dA$  ou  $0 = \frac{d}{dt} \int_v \rho dv + \int_A \rho (\mathbf{V}_r \cdot \vec{n}) dA$

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

2. (2 pontos) Uma bola de metal cai com uma velocidade constante em um grande tanque contendo um fluido viscoso. A bola cai tão lentamente que podemos supor que as forças de inércia podem ser ignoradas quando comparadas com as forças viscosas.

a) Fazer uma análise dimensional relacionando a velocidade de queda e o diâmetro da bola, respectivamente  $V$  e  $D$ , o “peso específico efetivo” da bola  $(\rho_b - \rho)g$  (onde  $\rho_b$  e  $\rho$  são respectivamente as massas específicas da bola e do fluido e  $g$  é a

aceleração gravitacional) e a viscosidade do fluido  $\mu$ . Achar a forma funcional da representação adimensional. (1,5 pontos)

- b) Supor que uma bola de ferro ( $\rho_F = 7900 \text{ kg/m}^3$ ) de diâmetro  $D_F = 0,64 \text{ cm}$  cai através de um fluido de  $\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$ . Qual será o diâmetro de uma bola de alumínio ( $\rho_A = 2700 \text{ kg/m}^3$ ) para que caia com a mesma velocidade no mesmo líquido? (0,5 pontos)

3. (4 pontos) A força de arrasto  $D$  em uma esfera lisa de diâmetro  $d$  em movimento com velocidade  $V$  em um fluido de massa específica  $\rho$  e viscosidade  $\mu$  foi correlacionada experimentalmente para um modelo como:

$$D_m = A_m V_m + B_m V_m^2$$

onde  $A_m$  e  $B_m$  são constantes dimensionais de ajuste.

- a) Conhecendo o fator de escala de diâmetro  $k_d = \frac{d_m}{d_p}$  e as propriedades físicas dos fluidos, encontrar um conjunto de parâmetros adimensionais que descrevem a relação anterior e a forma funcional para o protótipo de uma esfera lisa em movimento em um fluido diferente. (2 pontos)
- b) Sabendo que a transição a turbulência no modelo acontece para uma velocidade  $V_{mt}$ , encontrar a velocidade de transição para o protótipo. (0,5 pontos)
- c) Encontrar os fatores de escala de diferença de pressão  $\Delta p$ , potência  $W$  e torque  $T$  entre o modelo e protótipo. (1,5 pontos)