NOÇÔES DE MECÂNICA DOS FLUIDOS (PME 2333)
Terceira Prova - 2015

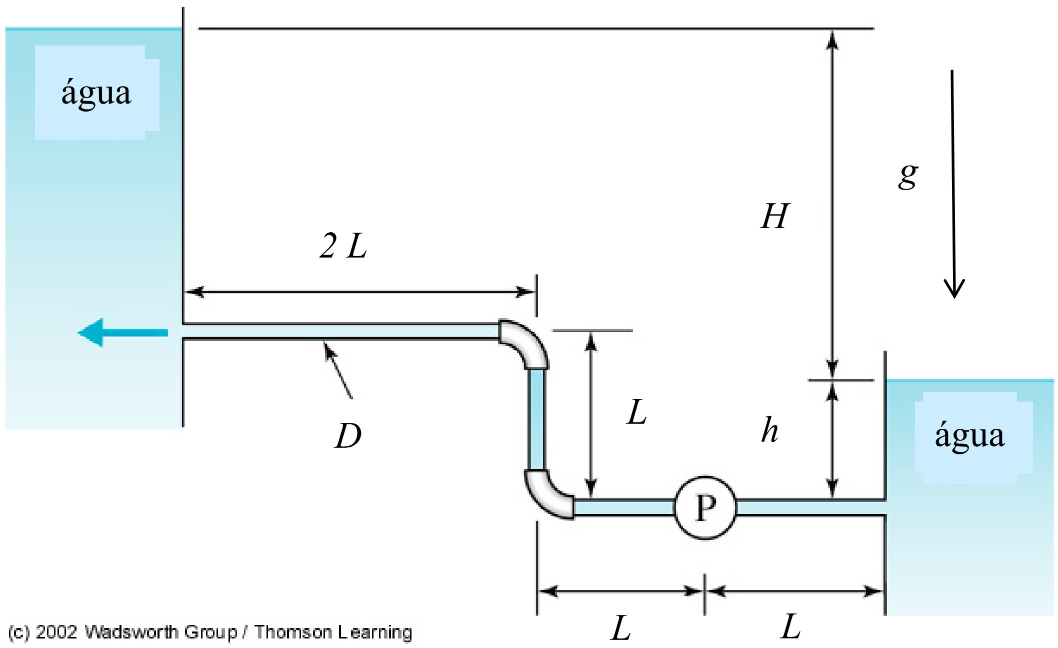
1. (3 pontos) A bomba no circuito hidráulico que impulsiona água de direita a esquerda mostrado na figura tem a seguinte curva característica:

$$H_P = A - BQ^2$$

onde A e B são constantes dimensionais positivas. Supondo conhecidas as alturas H, h, o comprimento de referência L, as constantes de perda K_C (por cotovelo), K_E (entrada no tubo), K_S (saída do tubo), diâmetro D, rugosidade e, densidade ρ, viscosidade dinâmica μ e aceleração gravitacional g:

a) Escreva uma relação que permita determinar a vazão em estado permanente e explique as dificuldades que existem no seu cálculo.
b) Descreva um procedimento de cálculo para determinar a vazão.

(Adaptado de M. C. Potter, D. C. Wiggert, "Mecânica dos Fluidos", Thomson)

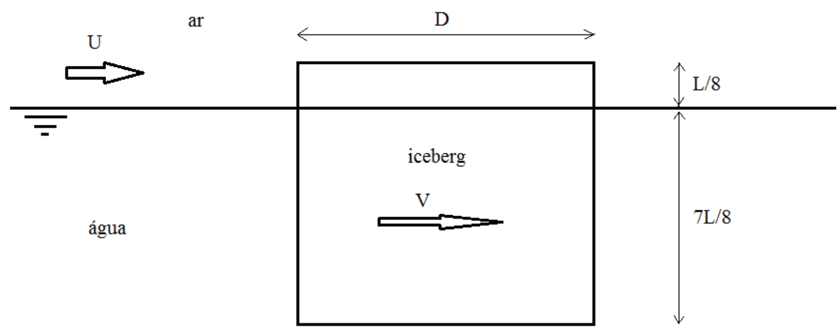


Conservação da energia: $H_{E1} + H_{maq} = H_{E2} + \sum \Delta H_{perdas}$; $H_E = \dfrac{p}{\rho g} + \dfrac{V^2}{2g} + z$

Perda de carga singular: $\Delta H_S = K_S \dfrac{V^2}{2g}$; Perda de carga distribuida: $\Delta H_d = f \dfrac{L}{D}\dfrac{V^2}{2g}$

2. (3 pontos) Um iceberg pode ser aproximado como um cilindro de comprimento L e diâmetro D, com $D >> L$. A parte submersa do iceberg corresponde a $\dfrac{7}{8}L$. Imagine que o iceberg se move com velocidade constante V na água em repouso, impulsionado pelo vento de velocidade U. Se o coeficiente de arrasto da parte submersa do iceberg em água é C_{Dw} e o coeficiente de arrasto da parte acima da superfície sujeita ao vento é C_{Da}, e se são conhecidas as massas específicas do ar ρ_a e da água ρ_w, obtenha um expressão para a velocidade V do iceberg. (Extraído de White, F.M., "Mecânica dos Fluidos", 4ª Edição, McGraw-Hill)

Coeficiente de arrasto: $C_D = \dfrac{F_D}{\dfrac{1}{2}\rho U_\infty^2 A_f}$



3. (4 pontos) Um líquido de massa específica ρ escoa através do cotovelo horizontal da figura (de ângulo de saída θ) e descarrega para a atmosfera. O diâmetro do tubo é D, enquanto que o diâmetro na saída é $d < D$. Para uma vazão volumétrica Q, a pressão manométrica no flange na seção 1 é p_{1m}. Desprezando o peso do líquido e do cotovelo e considerando que as cotas na entrada e saída são iguais:

a) Definir o volume de controle utilizado para aplicar as leis de conservação.

b) Aplicando a conservação da massa e da quantidade de movimento, demonstrar que as componentes da força $\boldsymbol{F}$ necessária para segurar o cotovelo resultam:

$$F_x = -p_{1m}\frac{\pi D^2}{4} - \frac{4\rho Q^2}{\pi d^2}\left(\cos\theta + \beta^2\right)$$

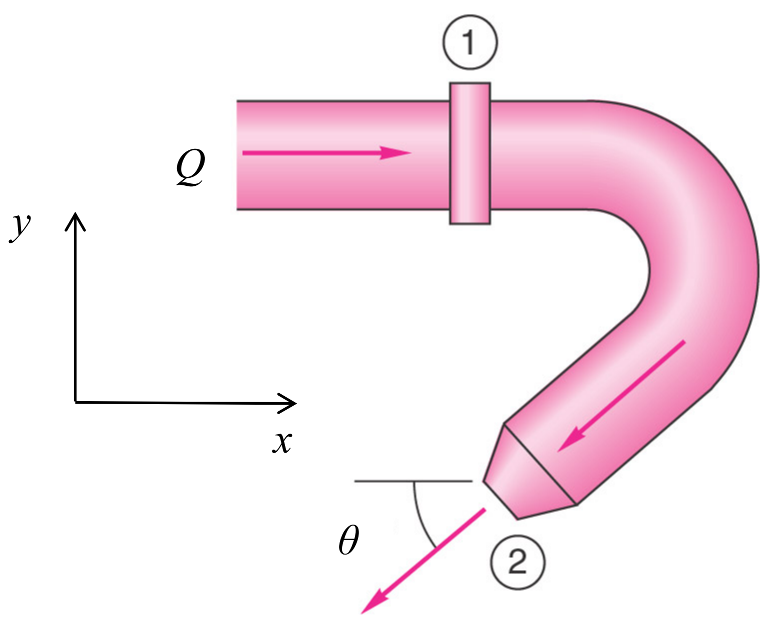
$$F_y = -\frac{4\rho Q^2}{\pi d^2}\,\mathrm{sen}\,\theta$$

onde $\beta = \dfrac{d}{D} < 1$.

c) Demonstrar que a perda de altura de energia no cotovelo $\Delta H = H_{E1} - H_{E2}$ resulta:

$$\Delta H = \frac{p_{1m}}{\rho g} - \frac{8Q^2}{\pi^2 g d^4}\left(1 - \beta^4\right)$$

(Adaptado de White, F.M., "Mecânica dos Fluidos", 4ª Edição, McGraw-Hill)



Conservação da massa, permanente: $0 = \int_A \rho\left(\boldsymbol{V}.\breve{\boldsymbol{n}}\right)dA$

Conservação da quantidade de movimento, permanente: $\sum \boldsymbol{F}_{ext} = \int_A \rho\boldsymbol{V}\left(\boldsymbol{V}.\breve{\boldsymbol{n}}\right)dA$