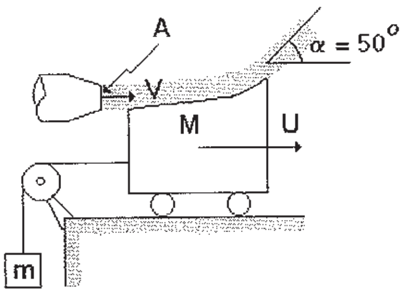
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PME 2237 – MECÂNICA DOS FLUIDOS XI– P3 – 25/06/10
Duração 1h40 min.

1ª Questão (valor 3,0 pontos)

Um jato de água de área A = 0,05 m^2 e velocidade V = 15 m/s, proveniente de um bocal estacionário, atinge a pá montada no carrinho, conforme mostrado na figura.

Sabendo que a pá provoca um desvio de 50° neste jato, determinar o valor da massa **m** que mantém o carrinho de massa M = 50 kg em movimento com velocidade constante U = 5m/s (quando a condição de equilíbrio dinâmico se estabelecer).

Despreze os atritos.



Dados: $g = 10\ m/s^2$; $\rho = 10^3\ kg/m^3$;

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{\partial}{\partial t}\int_{\forall C} \vec{V}\rho d\forall + \int_{SC} \vec{V}\rho\vec{V} \bullet \vec{n} dA$$

2ª Questão (valor 3,0 pontos)

Um escoamento bidimensional é representado pelo campo de velocidades dado por:

$\vec{v} = (0{,}5 + 0{,}8\,x)\vec{i} + (1{,}5 - 0{,}8\,y)\vec{j}$,

onde as coordenadas x e y estão em metros e a velocidade em $\frac{m}{s}$.

a) Calcule a aceleração material ou substancial (Lagrangeana) do escoamento no ponto x=2 m e y=3 m.
O escoamento é permanente? Por quê?

b) Verifique se o escoamento é incompressível. Justifique a resposta.

c) Verifique se o escoamento é irrotacional. O que significa fisicamente?

Dados:

$$\frac{DG}{Dt} = \frac{\partial G}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla)\,G$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0 \qquad ou \qquad \frac{D\rho}{Dt} + \rho \nabla \cdot \vec{v} = 0$$

3ª Questão (valor 4,0 pontos)

A distribuição de água para consumo final em cidades acontece na maioria dos casos por gravidade, conforme a figura A, simplificada. Um reservatório no subsolo, 1, armazena água ($\nu = 1 \times 10^{-6}$ m²/s) recebida do sistema de tratamento. Uma bomba, 2, recalca a água desse reservatório para uma caixa elevada, 3. A caixa elevada alimenta a rede de distribuição para a caixa d'água do consumidor final, 4. Considerar a bomba em operação em regime permanente e a caixa elevada alimentando o consumidor final.

Os níveis de água no reservatório do subsolo e na caixa elevada não variam. Todos os reservatórios têm as suas superfícies livres submetidas à pressão atmosférica. A bomba transfere energia para possibilitar transferência da água do reservatório 1 para a caixa 3.

Os condutos dos trechos 1-3 e 3-4 são feitos de ferro (aço) galvanizado e os seus diâmetros, D1e D4, são iguais.

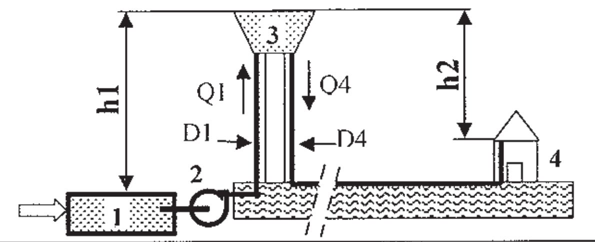
h1: desnível entre a caixa 3 e o reservatório 1.

h2: desnível entre a caixa 3 e a caixa 4.

Desprezar as perdas localizadas ou singulares.

Pergunta-se:

fig. A



1. O coeficiente de perda de carga distribuída para o trecho 1-3 será igual ao coeficiente para o trecho 3-4? Justificar a resposta. (1,0 pto.)

Do trecho 3-4 são conhecidos: o comprimento do tubo, L4= 2900 m; a vazão Q4= 750×10^{-3} m³/s e o desnível h2= 35,0 m.

2. Determinar a vazão em volume no trecho 1-3. Justificar a resposta. (0,7 pto.)
3. Determinar a perda de carga no conduto 3-4. Justificar a resposta. (0,8 pto.)
4. Determinar o diâmetro do conduto 3-4, D4, sabendo-se que o coeficiente de perda de carga distribuída, f= 0,018. (1,0 pto.)
5. Sendo a potência no eixo da bomba igual a 250,0 kW e o rendimento igual a 75%, determinar a sua carga manométrica. (0,5 pto.)

Observação: Indicar claramente na folha de respostas o tópico que está sendo resolvido.
Dados: g = 9,8 m/s²; $\rho_{H2O} = 10^3$ kg/m³.

$$H_e - H_s = \Delta H_{e-s} - H_m$$

$$\Delta H_{1-2} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$\dot{W}_E = \gamma\, Q\, H_m\, \eta^{\pm 1}$$

PME-2237 **GABARITO** **3ª PROVA 2010**

1ª Questão:

$$\vec{R} = -1785\,\vec{i} + 3830\,\vec{j} \quad (N)$$
$$m = 178{,}5\,kg$$

2ª Questão

a)
$$\vec{a} = (0.4 + 0.64x)\vec{i} + (-1{,}2 + 0{,}64y)\vec{j} \ \text{ para } x = 2m \text{ e } y = 3m$$
$$\vec{a} = (2{,}3) = 1.68\,\vec{i} + 0.720\,\vec{j}\,\left(m/s^2\right)$$

b) Escoamento permanente $\dfrac{\partial \vec{v}}{\partial t} = 0$

$$\text{div}\,\vec{v} = \nabla \bullet \vec{v} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = (0.8 - 0.8 + 0) = 0 \quad \text{incompressível}$$

c)
$$\text{rot}\,\vec{v} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ u & v & w \end{vmatrix} = 0 \qquad\qquad \text{irrotacional}$$

$$\left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}\right)\vec{i} + \left(\frac{\partial y}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}\right)\vec{j} + \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right)\vec{k} = 0$$

Não há rotação de partícula fluida a medida que elas se movem (rotação em torno de si mesmas).

3ª Questão

1. Os coeficientes de perda de carga distribuída para os trechos 1-3 e 3-4 serão iguais. Mesmo numero de Reynolds e mesma rugosidade relativa.
2. $Q_{1\text{-}3}$ = 0.750 m^3/s
3. $Alt_{3\text{-}4}$ = 35 m
4. D_4 = 0.586 m
5. H_b = 25.5 m