



Prova Objetiva de Conhecimentos Específicos

Leia com atenção as instruções abaixo.

- 1 Confira atentamente o seu caderno de provas objetivas, que é constituído de duas provas, da seguinte forma:
Conhecimentos Básicos, com **30** questões, ordenadas de **1 a 30**.
Conhecimentos Específicos, com **40** questões, ordenadas de **31 a 70**.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da **folha de respostas**, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:

O descumprimento dessa instrução implicará a anulação das suas provas e a sua eliminação do concurso.

- 3 Confira atentamente os seus dados pessoais e os dados identificadores de seu cargo/área, transcritos acima, com o que está registrado em sua **folha de respostas**. Confira também o seu nome, o nome e o número de seu cargo/área no rodapé de cada página numerada do seu caderno de provas. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito, ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou aos dados identificadores de seu cargo/área, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 4 Não se comunique com outros candidatos nem se levante sem autorização de fiscal de sala.
- 5 Na duração das provas, está incluído o tempo destinado à identificação — que será feita no decorrer das provas — e ao preenchimento da folha de respostas.
- 6 Ao terminar as provas, chame o fiscal de sala mais próximo, devolva-lhe a sua folha de respostas e deixe o local de provas.
- 7 A desobediência a qualquer uma das determinações constantes em edital, no caderno de provas ou na folha de respostas poderá implicar a anulação das suas provas.

OBSERVAÇÕES

- Não serão conhecidos recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet – www.cespe.unb.br.
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

Nas questões de 31 a 70, marque, para cada uma, a única opção correta, de acordo com o respectivo comando. Para as devidas marcações, use a **folha de respostas**, único documento válido para a correção das suas provas.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

QUESTÃO 31

A posição de uma partícula fluida é dada pela equação $x(t) = 2\text{sen}(3t)\hat{i} + 2\text{cos}(3t)\hat{j} - 8t\hat{k}$, em que $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ são os vetores unitários das direções paralelas aos eixos ordenados de um sistema cartesiano. Nessas condições, a magnitude da velocidade da partícula é

- A 6 m/s.
- B 7 m/s.
- C 8 m/s.
- D 9 m/s.
- E 10 m/s.

QUESTÃO 32

Em relação aos conceitos fundamentais da mecânica dos fluidos, assinale a opção correta.

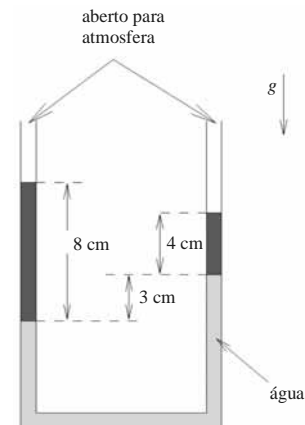
- A Em um escoamento permanente, a velocidade de uma partícula fluida é sempre constante.
- B Em um dado escoamento, uma linha de corrente é o conjunto de pontos ocupados por uma partícula à medida que o tempo passa.
- C Uma linha de emissão é formada, a cada instante, por todas as partículas que passaram por um mesmo ponto durante determinado intervalo.
- D Em um fluido newtoniano, a tensão de cisalhamento é proporcional à deformação do fluido.
- E Escoamentos de líquidos podem sempre ser tratados como incompressíveis.

QUESTÃO 33

Considerando um escoamento cujo campo de velocidade seja dado por $u = x\hat{i} + 2ty\hat{j}$, em que \hat{i}, \hat{j} são os vetores unitários paralelos às direções dos eixos de um sistema de coordenadas cartesianas, é correto afirmar que o

- A escoamento é tridimensional.
- B escoamento é permanente.
- C fluido se movimenta como um corpo rígido.
- D escoamento é incompressível.
- E escoamento é irrotacional.

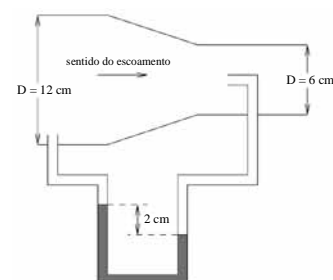
QUESTÃO 34



Um tubo em forma de U pode ser usado com um densímetro se suas extremidades estão abertas para a atmosfera e ele for preenchido por dois líquidos de densidades diferentes. Na figura acima, é mostrado um tubo em forma de U com água e com um líquido cuja densidade se deseja medir. Considerando as condições da figura acima, a densidade relativa do líquido, em relação à da água, é igual a

- A $\frac{3}{8}$.
- B $\frac{3}{6}$.
- C $\frac{3}{4}$.
- D $\frac{3}{2}$.
- E 3.

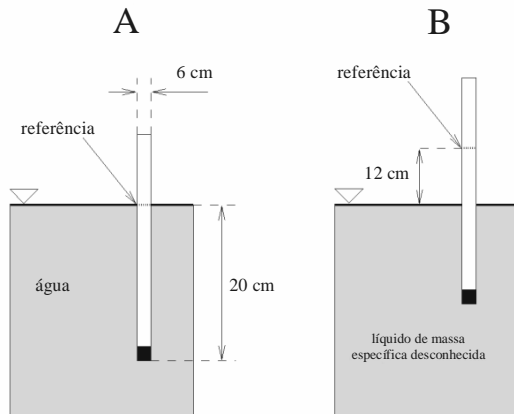
QUESTÃO 35



Um tubo foi montado em um bocal convergente, de forma que uma de suas extremidades faz uma tomada de pressão estática, enquanto a outra faz uma tomada de pressão dinâmica, como ilustra a figura acima. Considerando que a densidade relativa do fluido do tubo em relação à do fluido que escoava através do bocal seja igual a 10, que a aceleração da gravidade local seja de 10 m/s^2 , que os diâmetros do bocal na entrada e na saída sejam iguais a 12 cm e 6 cm, respectivamente, e que o escoamento seja uniforme em cada seção do bocal, então a velocidade na saída do bocal é de

- A 16 m/s.
- B 14 m/s.
- C 12 m/s.
- D 10 m/s.
- E 8 m/s.

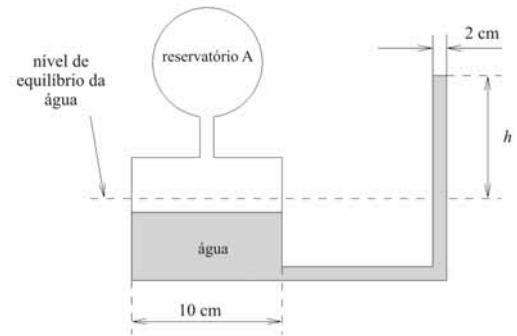
QUESTÃO 36



Um modelo de densímetro muito comum é constituído por uma haste graduada que flutua em um líquido de densidade desconhecida. Medindo a diferença de altura entre os pontos de interseção da superfície livre do líquido e a haste para dois líquidos de densidades diferentes, é possível determinar a densidade relativa entre os líquidos. Na figura acima, na situação A, o fluido é a água, que será tomada como referência; na situação B, outro líquido, cuja densidade é desconhecida, é utilizado. Com base nessas informações e considerando que a haste em questão é cilíndrica, é correto afirmar que a densidade relativa do fluido da situação B, em relação à da água, é de

- A 2,5.
- B 3,0.
- C 3,5.
- D 4,0.
- E 4,5.

QUESTÃO 37



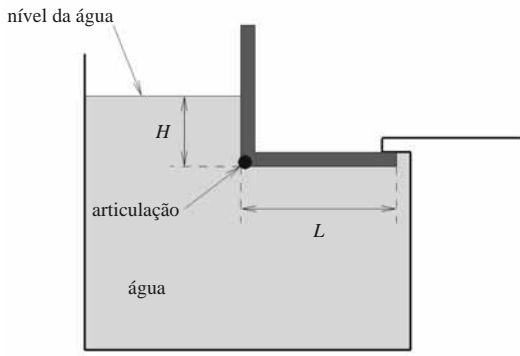
No manômetro de reservatório ilustrado pela figura acima, considere que o líquido de trabalho é a água e que tanto o reservatório como o braço aberto para a atmosfera têm seções transversais circulares. A pressão manométrica no reservatório A é de 1 mca (um metro de coluna de água). Com base nessas informações e considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 e que a outra extremidade do dispositivo está aberta para a atmosfera, a altura h da coluna de água é igual a

- A $\frac{22}{26}$ m.
- B $\frac{24}{26}$ m.
- C $\frac{25}{26}$ m.
- D 1 m.
- E $\frac{26}{25}$ m.

RASCUNHO

RASCUNHO

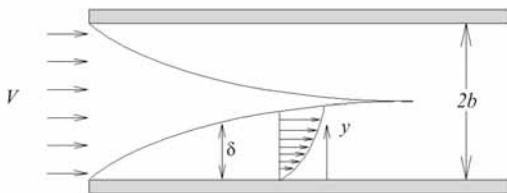
QUESTÃO 38



Considere que a comporta retangular ilustrada na figura acima tenha largura de 1 m e seja articulada no ponto indicado como articulação. O seu peso pode ser considerado desprezível em relação aos esforços oriundos da ação do campo de pressão. Nessas condições, a altura H máxima que o nível de água pode atingir antes que a comporta se abra relaciona-se com o comprimento L pela expressão

- A $H = \sqrt{2}L$.
- B $H = \sqrt{3}L$.
- C $H = 2L$.
- D $H = 3L$.
- E $H = 6L$.

QUESTÃO 39



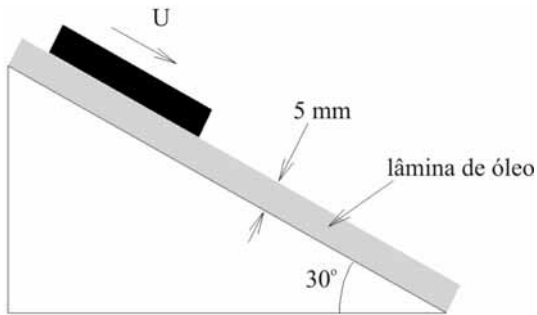
Considere duas camadas limites desenvolvendo-se em um escoamento entre duas placas paralelas e de largura unitária, como ilustrado na figura acima. Na entrada, o escoamento é uniforme, com velocidade V . O perfil de velocidade das camadas limites é

dado por $\frac{u}{U} = 2\left(\frac{y}{\delta}\right) - \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$, em que y é uma coordenada com

origem nas placas, perpendicular a elas, que sempre aponta para o centro do escoamento, δ é a espessura da camada limite e U é a velocidade no bordo da camada limite. Considerando essas informações, a velocidade máxima do escoamento após o encontro das duas camadas limites é igual a

- A $U = \frac{7}{2}V$.
- B $U = \frac{5}{2}V$.
- C $U = 2V$.
- D $U = \frac{3}{2}V$.
- E $U = V$.

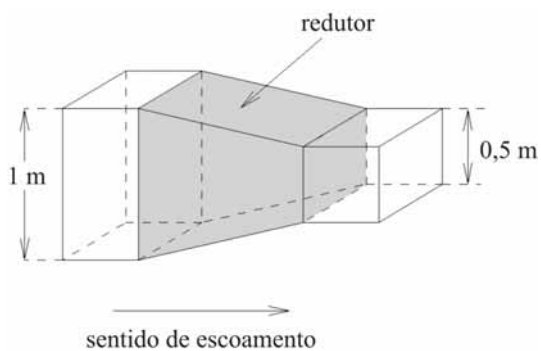
QUESTÃO 40



Uma placa quadrada de área da base igual a 2 m^2 e massa igual a 1 kg desliza sobre uma lâmina de óleo depositada em um plano inclinado, como ilustra a figura acima. A viscosidade do óleo é de $2 \times 10^{-1} \text{ N m}^{-2} \text{ s}$ e a espessura da lâmina é de 5 mm . Considere que a lâmina de óleo não escorra pelo plano inclinado, que o escoamento entre a placa e o plano seja laminar e que a aceleração da gravidade local seja igual 10 m/s^2 . Nessas condições, a velocidade terminal da placa é igual a

- A 0,0625m/s.
- B 0,125 m/s.
- C 0,25 m/s.
- D 0,5 m/s.
- E 1,0 m/s.

QUESTÃO 41

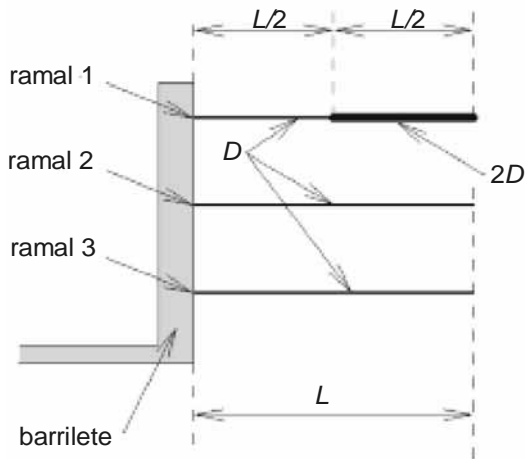


Considere que um redutor esteja instalado em uma tubulação quadrada como a que aparece na figura acima. Em cada seção transversal da tubulação, o escoamento pode ser considerado uniforme. As dimensões do redutor e da tubulação estão indicadas na figura. O fluido é a água, cuja densidade equivale a 1.000 kg/m^3 , escoando com uma vazão de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ em regime permanente. Nessas condições, a magnitude da força horizontal exercida pelos tubos adjacentes para suportar o redutor é de

- A 6 kN.
- B 8 kN.
- C 10 kN.
- D 12 kN.
- E 14 kN.

RASCUNHO

QUESTÃO 42



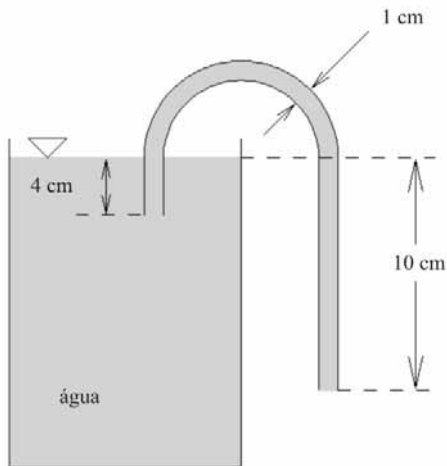
Um sistema de distribuição de água é composto por um barrilete do qual saem três ramais. O diâmetro e o comprimento da tubulação dos ramais 2 e 3 são D e L , respectivamente. A tubulação do ramal 1 é composta por dois trechos de tubos de comprimentos iguais a $L/2$, o primeiro com diâmetro D e o segundo com diâmetro $2D$, como ilustra a figura. A diferença de pressão entre o barrilete e a atmosfera é Δp , e todos os ramais descarregam para a atmosfera.

Considere que não haja perdas de carga localizadas e também que o escoamento seja laminar, em regime permanente e completamente desenvolvido em todo o sistema de distribuição. A lei de Hagen-Poiseuille para o escoamento laminar através de tubos pode ser escrita na forma $\Delta p = \frac{ML}{D^4} Q$, em que Δp é a diferença de pressão; L , o comprimento de tubulação; D , o diâmetro; Q , a vazão; e M , uma constante que depende da viscosidade do fluido. Levando em conta essas informações e a figura acima, a soma das vazões dos três ramais é dada por

- A** $Q = \frac{66D^4 \Delta p}{17 ML}$.
B $Q = \frac{66D^4 \Delta p}{23 ML}$.
C $Q = \frac{33D^4 \Delta p}{17 ML}$.
D $Q = \frac{33D^4 \Delta p}{23 ML}$.
E $Q = \frac{23D^4 \Delta p}{17 ML}$.

QUESTÃO 43

RASCUNHO



Considere que uma tubulação de 1 cm de diâmetro e $\frac{100}{64}$ m de comprimento seja empregada para retirar água de um reservatório por meio de um sifão aberto, que a viscosidade da água seja de $1 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-2} \text{ s}$, que sua densidade seja de 1.000 kg/m^3 , que a aceleração da gravidade local seja de 10 m/s^2 , que o escoamento seja laminar, em regime permanente, e que o nível do reservatório não varie. A perda de carga distribuída, h , em escoamentos

laminares em condutos, é dada por $h = f \frac{L U^2}{D 2}$, em que L é o comprimento da tubulação, D é o diâmetro do tubo, U é a velocidade média do escoamento e f é o fator de atrito, que, para escoamentos laminares, é dado por $f = \frac{64}{Re}$, em que Re é o número de Reynolds baseado na velocidade média e no diâmetro da tubulação. Considere, por fim, que não haja perdas localizadas. Nessas condições, a velocidade média na saída da tubulação é de

- A 0,5 m/s.
- B 1 m/s.
- C 2 m/s.
- D 3 m/s.
- E 4 m/s.

QUESTÃO 44

Com referência aos fundamentos da teoria de escoamento potencial, assinale a opção correta.

- A A circulação em uma linha formada por partículas fluidas em um escoamento de fluido invíscido pode variar à medida que o tempo passa.
- B Em todo escoamento plano e irrotacional, a circulação em qualquer curva fechada é sempre nula.
- C Para qualquer tipo de escoamento potencial $\nabla^2 \phi = 0$, em que ϕ é o potencial de velocidade.
- D Se o fluido é viscoso, então não é possível definir funções de corrente em hipótese alguma.
- E Em um escoamento de fluido invíscido, um filamento de vórtice não pode terminar em um ponto qualquer do próprio escoamento, de forma que ou o filamento é infinito, ou é uma curva fechada, ou termina nos contornos sólidos que delimitam o escoamento.

QUESTÃO 45

Considerando um escoamento bidimensional de um fluido de densidade igual a 1 kg/m^3 , cuja função de corrente seja dada por $\psi(x, y) = x^2 - y^2$, e considerando, ainda, que todas as grandezas sejam medidas em unidades do Sistema Internacional de Unidades, assinale a opção correta.

- A O escoamento não admite potencial de velocidade.
- B O potencial de velocidade do escoamento é dado por $\phi = x + y + C$, em que C é uma constante.
- C A magnitude da velocidade no ponto (2,1) é igual a 2 m/s.
- D A vazão por unidade de área entre os pontos (0,1) e (2,1) é 4 m/s.
- E As linhas de corrente do escoamento são circunferências.

QUESTÃO 46

Para o escoamento de um fluido de densidade, cujo potencial de velocidade seja a função $\phi(x, y) = x^2 - y^2$, a diferença de pressão entre o ponto (1,1) e a origem do sistema de coordenadas é dada por

- A 2ρ .
- B 4ρ .
- C 6ρ .
- D 8ρ .
- E 10ρ .

QUESTÃO 47

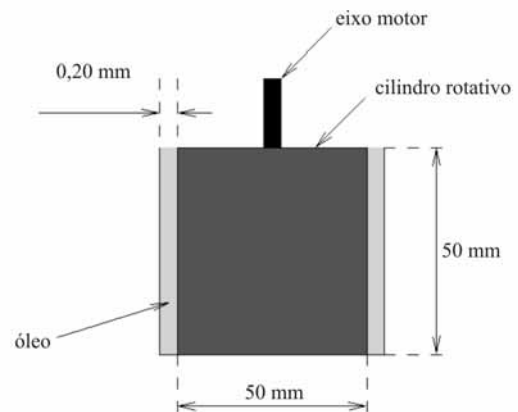
Considerando que uma coluna de irrigação por gotejamento seja constituída por uma tubulação reta de 20 m de comprimento com pequenos furos uniformemente distribuídos ao longo da coluna, por onde a água flui com uma vazão de 4 L/s por metro de tubo, e que, na entrada da coluna, a vazão seja de 100 L/s, é correto afirmar que a vazão de água, medida em L/Δ , na saída da tubulação é igual a

- A $\frac{80L}{s}$.
- B $\frac{60L}{s}$.
- C $\frac{40L}{s}$.
- D $\frac{20L}{s}$.
- E $\frac{10L}{s}$.

QUESTÃO 48

Considere que uma lâmina de óleo de 2 mm de espessura escoe sobre uma placa lisa e inclinada de 30° em relação à horizontal. A viscosidade e a densidade do óleo são iguais a $4 \times 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ e $6 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$, respectivamente. O escoamento ocorre em regime permanente, laminar, unidimensional e em uma só direção. Na superfície livre do óleo, a taxa de cisalhamento é nula. A aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 . Sabendo que $\cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e $\sin(30^\circ) = \frac{1}{2}$, a vazão de óleo por unidade de largura da placa é de

- A $2 \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{s}$.
- B $2\sqrt{3} \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{s}$.
- C $4 \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{s}$.
- D $4\sqrt{3} \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{s}$.
- E $6 \times \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{s}$.

QUESTÃO 49

Um viscosímetro de cilindros concêntricos é utilizado para medir a viscosidade de um óleo newtoniano. O dispositivo é construído de forma que a parte inferior do cilindro rotativo flutue sobre uma lâmina de ar. Assim, apenas a tensão de cisalhamento devido ao escoamento que se estabelece na folga lateral entre os cilindros promove resistência ao movimento. Durante o ensaio, o cilindro de menor raio é feito girar a uma velocidade angular constante de $\left(\frac{4}{5\pi}\right) \text{ rad/s}$. Para isso, um torque de 25N.mm deve ser aplicado continuamente ao eixo motor. Considerando essas informações, é correto afirmar que a viscosidade do óleo é igual a

- A 0,25Pa.s.
- B 0,50Pa.s.
- C 0,75Pa.s.
- D 1,00Pa.s.
- E 1,25Pa.s.

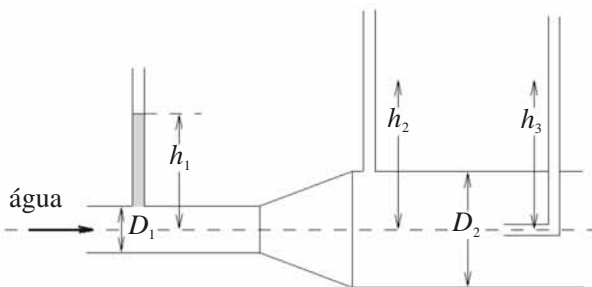
RASCUNHO

QUESTÃO 50

Considere que um joelho possa ser utilizado para se medir a vazão de um escoamento por meio da medida da força resultante necessária para manter o joelho parado. Nesse sentido, considere uma tubulação com joelho cuja área da seção transversal seja A . O escoamento em cada seção da tubulação e do joelho é em regime permanente e uniforme com velocidade U , e a densidade do fluido é ρ . Nessas condições, a relação entre a magnitude da força resultante F , necessária para manter o joelho parado, e a vazão Q , é dada por

- A** $Q = \frac{A}{2^{\frac{1}{2}}} \left(\frac{F}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$.
- B** $Q = \frac{A}{2^{\frac{1}{4}}} \left(\frac{F}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$.
- C** $Q = A \left(\frac{F}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$.
- D** $Q = \frac{A}{2} \left(\frac{F}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$.
- E** $Q = \frac{A}{4} \left(\frac{F}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$.

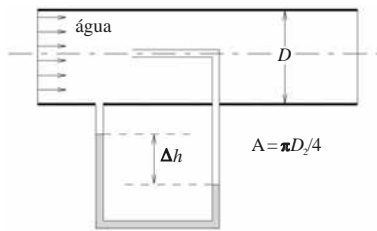
QUESTÃO 51



Supondo que a água escoe em um trecho de tubulação horizontal, como mostrado no esquema acima, e assumindo que o escoamento seja permanente, incompressível e invíscido, que ρ é a densidade da água, que g é a aceleração da gravidade e que os níveis de água nos tubos 1, 2 e 3 são, respectivamente, h_1 , h_2 e h_3 , assinale a opção correta.

- A** O nível da água h_2 deve ser menor que o nível da água h_1 .
- B** O nível da água h_2 deve ser igual ao nível da água h_3 .
- C** A diferença de pressão $(\rho \times g \times h_3 - \rho \times g \times h_2)$ é a pressão total do escoamento.
- D** A diferença de pressão $(\rho \times g \times h_2 - \rho \times g \times h_1)$ é a pressão total do escoamento.
- E** Mantido o diâmetro D_1 e a mesma vazão de escoamento, à medida que D_2 cresce, h_2 aproxima-se de h_3 .

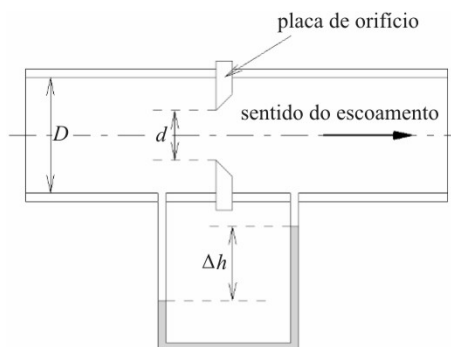
QUESTÃO 52



A água, de densidade ρ , escoam no tubo circular com área de seção transversal igual a $A = \pi \times D^2/4$, como mostrado no esquema acima. O fluido manométrico usado no tubo em U é o mercúrio, de densidade ρ_{Hg} . Admite-se que o escoamento é permanente, incompressível e invíscido. Nessa situação, a vazão Q que escoam no tubo é igual a

- A** $Q = A \sqrt{2g\Delta h \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho} - 1 \right)}$.
B $Q = A \sqrt{g\Delta h \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho} - 1 \right)}$.
C $Q = 2A \sqrt{g\Delta h \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho} - 1 \right)}$.
D $Q = A \sqrt{4g\Delta h \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho} - 1 \right)}$.
E $Q = A \sqrt{\frac{g}{4} \Delta h \left(\frac{\rho_{Hg}}{\rho} - 1 \right)}$.

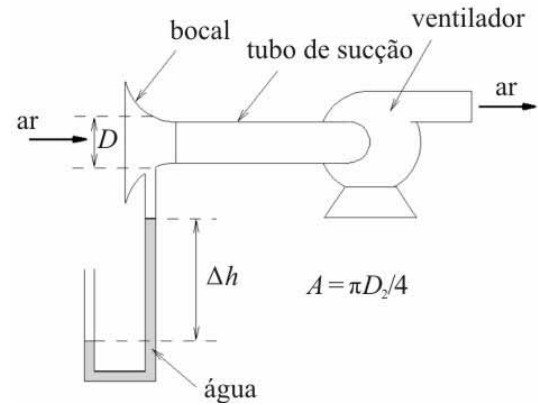
QUESTÃO 53



A placa de orifício é um dispositivo utilizado para a medição de vazão de fluidos, conforme o esquema mostrado acima. Acerca desse tipo de medidor de vazão, assinale a opção correta.

- A** A vazão varia linearmente com a razão d/D .
B Quando comparado com um bocal, com a mesma razão de diâmetros d/D e para um mesmo número de Reynolds ($Re = \rho V D / \mu$), a placa de orifício apresenta maior valor de coeficiente de descarga (C_d) que o bocal.
C A vazão medida com a placa de orifício varia linearmente segundo a diferença de pressão medida pelo tubo em U mostrado no esquema.
D O coeficiente de descarga de uma placa de orifício não é afetado pela recirculação do fluido que ocorre imediatamente à jusante da placa.
E A sensibilidade da placa de orifício é afetada pela razão d/D .

QUESTÃO 54



Suponha que, para se medir a vazão de ar de um ventilador, tenha sido instalado um bocal na extremidade do tubo de sucção do ventilador, como mostra o esquema acima. Para se medir o quanto a pressão do bocal encontra-se abaixo da pressão atmosférica local, é empregado um tubo em U, que usa água como fluido manométrico. Considere que a densidade do ar seja ρ e a densidade da água, ρ_a ; a seção transversal do bocal, onde se faz a tomada de pressão com o tubo em U, tenha diâmetro D e área igual a A ; o coeficiente de descarga do bocal, na faixa de operação desse ventilador seja constante e igual a C_d . Nessa situação, a vazão Q de ar que entra no ventilador é igual a

- A** $Q = C_d A \sqrt{\frac{\rho_a g \Delta h}{\rho}}$.
B $Q = C_d A \sqrt{\frac{4 \rho_a g \Delta h}{\rho}}$.
C $Q = C_d A \sqrt{\frac{\rho_a g \Delta h}{2 \rho}}$.
D $Q = C_d A \sqrt{\frac{2 \rho_a g \Delta h}{\rho}}$.
E $Q = C_d A \sqrt{\frac{\rho_a g \Delta h}{4 \rho}}$.

QUESTÃO 55

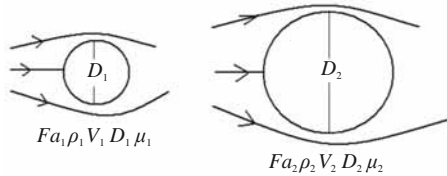
Considere que ΔP seja diferença de pressão; ρ , densidade; V , velocidade; g , aceleração da gravidade; e Z , altura. Nessa situação, os valores dos expoentes m e n , respectivamente, para que Π_1 e Π_2

sejam parâmetros adimensionais, em $\Pi_1 = \frac{\Delta P}{\rho(V)^m}$ e $\Pi_2 = gZ/(V)^n$,

são

- A** 2 e 2.
B 1 e 2.
C 2 e 1.
D $\frac{1}{2}$ e 1.
E 1 e $\frac{1}{2}$.

QUESTÃO 56



escoamentos em torno de esferas

A força de arraste F_a exercida por um fluido de densidade ρ e viscosidade dinâmica μ que se desloca em relação a uma esfera com velocidade V , em sua forma adimensional $F_a/(\rho D^2 V^2)$, é função do número de Reynolds ($Re = \rho V D / \mu$). Se a semelhança dinâmica entre os escoamentos em torno de duas esferas, uma de diâmetro D_1 e outra de diâmetro D_2 , como mostrado no esquema acima, for estabelecida pela reprodução do número de Reynolds nos dois escoamentos, então, a respeito da força de arraste na esfera de maior diâmetro, é correto afirmar que

- A** $Fa_2 = \frac{\rho_2 V_2 D_2}{\rho_1 V_1} \frac{\mu_2}{F_1}$.
- B** $Fa_2 = \frac{\rho_1^2 V_1^2}{\mu_1^2 \mu_1^2}$.
- C** $Fa_2 = \frac{\rho_1 D_1^2}{\rho_2 D_2^2}$.
- D** $Fa_2 = \frac{\rho_2 V_2 D_2}{\rho_1 V_1 D_1} \frac{1}{F_1}$.
- E** $Fa_2 = \frac{\rho_2 V_2^2 D_2^2}{\rho_1 V_1^2 D_1^2} F_1$.

QUESTÃO 57

Considerando que o som seja uma onda elástica que se propaga em um meio material, assinale a opção correta, com relação às características dessa onda elástica.

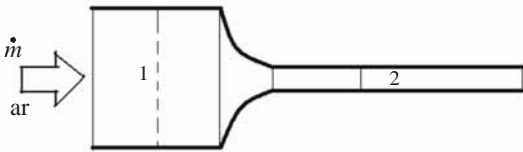
- A** As ondas sonoras empregadas nos medidores de vazão do tipo ultrassônico têm alto comprimento de onda.
- B** Sendo uma onda elástica, o som se propaga com velocidade finita em um meio completamente inelástico.
- C** Quando uma onda sonora desloca-se no ar, o processo de compressão e expansão é do tipo isotérmico.
- D** Na expressão $C = \sqrt{\frac{kP}{\rho}}$, sendo k a razão de calores específicos, P a pressão e ρ a densidade, a variação da pressão com a densidade é avaliada admitindo-se um processo isentrópico.
- E** Os sinais emitidos pelos sensores acústicos usados para medição de vazão são sinais de baixa frequência.

QUESTÃO 58

Um modelo de um corpo aerodinâmico está sendo analisado em uma seção de teste supersônica. A velocidade do ar em relação ao modelo é de 200 m/s, e o calor específico à pressão constante do ar é $C_p = 1.000 \text{ J/(kg}\times\text{K)}$. Um termopar instalado no ponto de estagnação do escoamento no modelo apresenta um valor de temperatura T_o , denominada temperatura de estagnação. Nessa situação, a diferença do valor dessa temperatura de estagnação com aquela apresentada pelo ar que se encontra com a velocidade de 200 m/s, a montante do modelo, denominada de temperatura estática, T_e , é igual a

- A $T_o - T_e = 5 \text{ K}$.
- B $T_o - T_e = 10 \text{ K}$.
- C $T_o - T_e = 20 \text{ K}$.
- D $T_o - T_e = 30 \text{ K}$.
- E $T_o - T_e = 40 \text{ K}$.

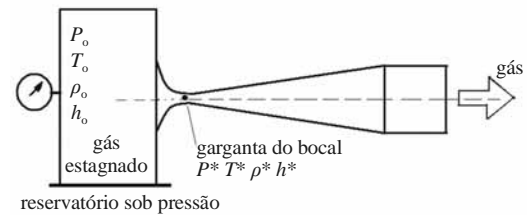
QUESTÃO 59



Uma vazão mássica \dot{m} de ar escoa no trecho de tubulação mostrado no esquema acima. No trecho compreendido entre as seções 1 e 2, o escoamento é permanente, unidimensional e isentrópico. O calor específico à pressão constante do ar é igual a C_p . Nessa situação, considerando ρ como a densidade, P como pressão, T como temperatura, V como velocidade, h como entalpia específica e C_p como calor específico à pressão constante, assinale a opção correta.

- A A entalpia específica do ar em 1 (h_1) é igual à entalpia específica em 2 (h_2).
- B A entalpia de estagnação em 2 (h_{o2}) é igual à entalpia específica em 1 (h_1).
- C $C_p T_1 = C_p T_2 + \frac{v_2^2}{2}$.
- D $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{1}{k-1}}$.
- E $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^k$.

QUESTÃO 60



Considere que um bocal sônico seja alimentado por um gás que se encontra em um grande reservatório sob pressão. O ar no interior do reservatório pode ser considerado estacionário e em seu estado de estagnação. O escoamento do ar até a saída do bocal é considerado permanente, unidimensional e isentrópico. Quando o gás atinge a velocidade do som na garganta do bocal, as propriedades na garganta são denominadas propriedade crítica. As propriedades do gás estagnado no interior do reservatório estão representadas com o caractere o , e as condições críticas, na garganta do bocal, com $*$. Nessa situação, a razão da pressão crítica pela pressão de estagnação P^*/P_o é igual a

- A $\frac{P^*}{P_o} = \left(\frac{1}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$.
- B $\frac{P^*}{P_o} = \left(\frac{1}{k-1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$.
- C $\frac{P^*}{P_o} = \left(\frac{2}{k-1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$.
- D $\frac{P^*}{P_o} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$.
- E $\frac{P^*}{P_o} = \left(\frac{k}{k-1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$.

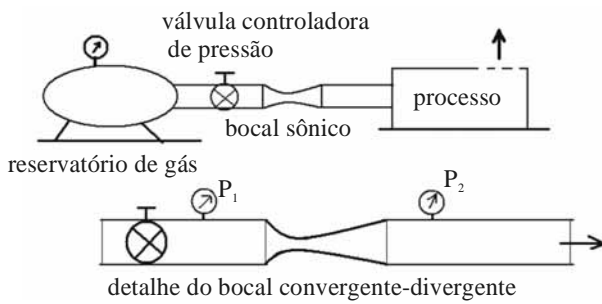
QUESTÃO 61

Em um escoamento de gás com elevado valor de velocidade, com valor de Mach superior a 0,3, os efeitos da compressibilidade já se fazem presentes. Acerca do escoamento compressível em um trecho convergente de tubulação, assinale a opção correta.

- A Se o escoamento for permanente nesse trecho convergente de tubulação, a vazão volumétrica permanece constante.
- B O valor da pressão absoluta em cada posição do escoamento determina o estado termodinâmico do gás.
- C Se o escoamento for isentrópico no trecho convergente, a relação entre pressão e densidade é linear.
- D O escoamento sendo permanente, a vazão mássica cresce com a diminuição da área da seção convergente.
- E Se, para um escoamento considerado adiabático e reversível, conhecerem-se os valores da pressão absoluta P_1 e a densidade ρ_1 em uma posição 1 do trecho, então medindo-se a pressão absoluta P_2 em uma posição 2, a densidade nessa posição estará determinada.

QUESTÃO 62

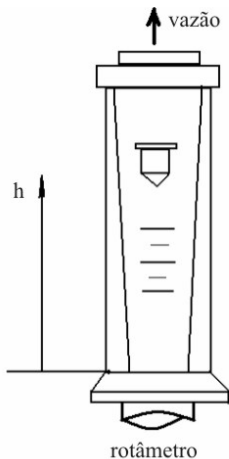
RASCUNHO



Um bocal sônico consiste de uma seção convergente de entrada seguida de um cone de saída. A menor seção que separa o bocal do cone de saída é chamada de garganta. Um bocal sônico pode ser empregado para controlar a vazão mássica de um gás utilizado em um processo industrial, como mostrado esquematicamente acima. Com relação ao princípio de operação do bocal sônico, assinale a opção correta.

- A O bocal opera em uma condição de bloqueio quando o número de Mach na garganta for maior que 1.
- B Estando na condição de bloqueio, a vazão mássica só pode ser elevada com a diminuição da pressão a jusante da válvula reguladora de pressão.
- C A condição de bloqueio é independente da razão de pressão P_1/P_2 .
- D Quando o bocal estiver na condição de bloqueio, mantidas as demais condições de operação, a pressão P_1 poderá controlar a vazão mássica do bocal.
- E Para um valor fixo de vazão mássica, se o bocal for isolado termicamente, à medida que o gás se acelera na seção convergente, sua temperatura aumenta.

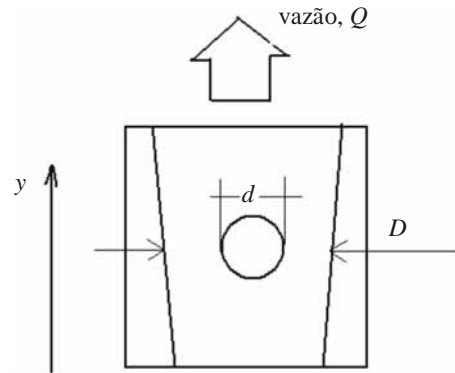
QUESTÃO 63



O rotâmetro é um dispositivo que mede a vazão de líquidos ou de gases e é constituído de um corpo transparente e de um flutuador, como mostra o esquema acima. O diâmetro no lado interno do rotâmetro varia com a altura h , como mostrado. Com relação ao funcionamento do rotâmetro, assinale a opção correta.

- A Um rotâmetro dimensionado para operar em uma faixa de vazão de água mede corretamente a mesma faixa de vazão de ar.
- B O termo flutuador é bastante adequado, já que o material empregado no flutuador de um rotâmetro para medir vazão de água deve ter densidade menor que a densidade da água.
- C A perda de carga, ou seja, a diferença de pressão a montante e à jusante do flutuador é independente da folga anular entre o flutuador e a parede interna do rotâmetro.
- D O ponto de equilíbrio do flutuador depende, entre outros fatores, da densidade do seu material, sendo independente de seu volume.
- E O ponto de equilíbrio do flutuador é estabelecido pela ação de quatro forças: o peso, o empuxo, uma força viscosa e uma força de arraste devido à ação do campo de pressão, dependente da folga anular.

QUESTÃO 64



O esquema de um trecho de um rotâmetro é mostrado na figura acima. Um rotâmetro opera com um fluido de densidade ρ em um local onde a aceleração da gravidade é g . A folga anular A , entre um flutuador de forma esférica e o tubo de um rotâmetro, ao longo da altura y , é expressa por: $A = \frac{\pi}{4}[(D + ay)^2 - d^2]$, em que D é

diâmetro interno do rotâmetro em sua base; a é o coeficiente angular para a variação de D com y ; y é a direção vertical ao longo do rotâmetro; d é o diâmetro do flutuador. A força de arraste de pressão no flutuador é dominante sobre a força de origem viscosa,

e essa força de pressão F_p é expressa por: $F_p = \frac{C_d A_f \rho V_m^2}{2}$, em

que C_d é o coeficiente de arraste; A_f , a área da seção transversal do flutuador; ρ , a densidade do fluido; V_m , a velocidade média do fluido na folga anular. Considerando o volume do flutuador denominado por V_f , a vazão Q é igual a

A $Q = A \left[\frac{1}{C_d} \frac{2gV_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f}{\rho} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$.

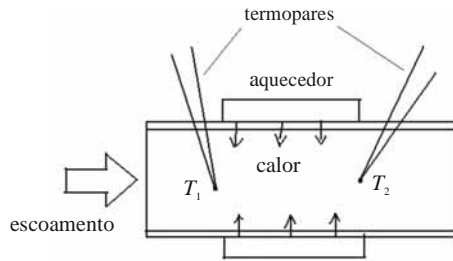
B $Q = \left[\frac{2C_d g V_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f}{\rho} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$.

C $Q = 2A \left[\frac{1}{C_d} \frac{2gV_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f}{\rho} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$.

D $Q = A \left[\frac{1}{C_d} \frac{gV_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f}{\rho} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$.

E $Q = 2A \left[\frac{1}{C_d} \frac{2gV_f}{A_f} \left(\frac{\rho_f}{\rho} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$.

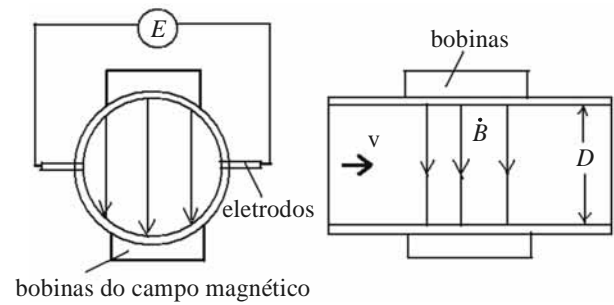
QUESTÃO 65



Um sensor térmico para a medição de vazão volumétrica Q , ou de vazão mássica \dot{m} , está esquematizado acima. Em um trecho do tubo, é instalado um aquecedor elétrico, termicamente isolado, que transfere calor para o fluido no tubo. Em duas posições, a montante e a jusante do aquecedor, mede-se a diferença de temperatura, $\Delta T = T_2 - T_1$. Com base nessas informações e assumindo um escoamento permanente e uniforme no trecho onde o medidor de vazão está instalado, assinale a opção correta.

- Ⓐ Medindo-se a taxa de transferência de calor do aquecedor para o fluido e a diferença de temperatura, a vazão mássica está definida, independentemente do fluido que passa pelo sensor.
- Ⓑ O calor específico do ar é menor que o calor específico da água. Um sensor térmico desse tipo foi calibrado em um escoamento de ar. Ao ser testado em água, quando indicar a mesma diferença de temperatura, a vazão mássica de água é maior que a vazão mássica de ar, para a qual o sensor foi calibrado.
- Ⓒ A variação da entalpia específica do fluido é inversamente proporcional à dissipação elétrica do sensor.
- Ⓓ A água tem maior calor específico que o ar. Definindo-se a sensibilidade do sensor térmico como sendo $\frac{\Delta T}{\dot{m}}$, para se manter a mesma sensibilidade, quando o sensor estiver instalado no escoamento de água, uma maior dissipação elétrica será requerida.
- Ⓔ A taxa de transferência de calor entre a parede do sensor e o fluido é independente do número de Reynolds.

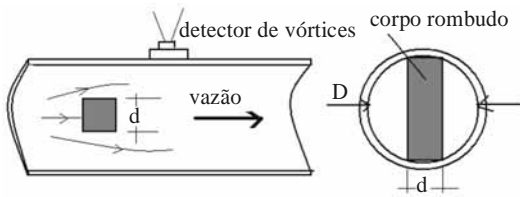
QUESTÃO 66



Um fluido condutor de corrente elétrica escoava em um tubo de diâmetro D , com uma vazão Q , como mostrado esquematicamente acima. Pela lei de Faraday da indução eletromagnética, se um condutor de comprimento L move-se com velocidade V , perpendicularmente a um campo magnético de intensidade B , então a tensão induzida E será igual a: $E = B \times L \times V$. Se for assumido um valor de velocidade média para o escoamento do fluido igual a V_m , com relação à tensão induzida (E), é correto afirmar que a tensão induzida E é

- Ⓐ proporcional à vazão Q , proporcional ao campo B e proporcional ao diâmetro do tubo D .
- Ⓑ proporcional à vazão Q , diretamente proporcional ao campo B e inversamente proporcional ao diâmetro do tubo D .
- Ⓒ inversamente proporcional à vazão Q , diretamente proporcional ao campo B e diretamente proporcional ao diâmetro do tubo D .
- Ⓓ inversamente proporcional à vazão Q , inversamente proporcional ao campo B e inversamente proporcional ao diâmetro do tubo D .
- Ⓔ inversamente proporcional à vazão Q , diretamente proporcional ao campo B e diretamente proporcional ao diâmetro do tubo D .

QUESTÃO 67



Um corpo rombudo de seção transversal retangular, circular ou triangular no interior de um escoamento gera uma esteira de vórtices a jusante do corpo, conhecida como esteira de von Karman. Esse fenômeno pode ser aplicado para se medir vazão, já que a frequência dos vórtices depende da velocidade do escoamento. A esteira experimenta oscilações tanto na velocidade como na pressão. Um sensor de pressão pode detectar a frequência desses vórtices e associá-la com a velocidade ou com a vazão do escoamento. Um esquema desse medidor é mostrado na figura acima. O número de Strouhal, S_h , é definido por: $S_h = f \times d/V$, em que f é a frequência de emissão de vórtices; d , o lado do corpo rombudo; V , a velocidade média do escoamento. O número de Reynolds, com base no diâmetro do tubo, é definido por $Re = \rho \times V \times D/\mu$. Para uma larga faixa de números de Reynolds ($10^4 < Re < 10^7$), o número de Strouhal da esteira de von Karman independe do número de Reynolds. Se a área líquida de passagem do fluido pelo corpo rombudo for igual a

$$A_l = \frac{\pi}{4} D^2 - Dd = \frac{\pi}{4} D^2 \left[1 - \frac{4d}{\pi D} \right],$$

a relação da frequência com

a vazão será expressa por

Ⓐ
$$\frac{f}{Q} = \frac{4S_h}{\pi D^3 \frac{d}{D} \left[1 - \frac{4d}{\pi D} \right]}.$$

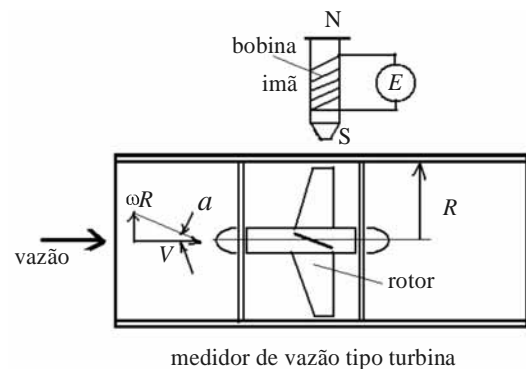
Ⓑ
$$\frac{f}{Q} = \frac{S_h}{\pi D^3 \frac{d}{D} \left[1 - \frac{4d}{\pi D} \right]}.$$

Ⓒ
$$\frac{f}{Q} = \frac{S_h}{\pi D^3 \frac{D}{d} \left[1 - \frac{4d}{\pi D} \right]}.$$

Ⓓ
$$\frac{f}{Q} = \frac{S_h}{\pi D^3 \left(\frac{d}{D} \right)^2 \left[1 - \frac{4d}{\pi D} \right]}.$$

Ⓔ
$$\frac{f}{Q} = \frac{2S_h}{\pi D^3 \frac{d}{D} \left[1 - \frac{4d}{\pi D} \right]}.$$

QUESTÃO 68

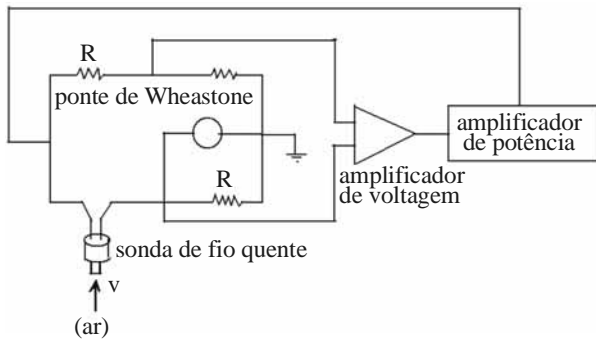


medidor de vazão tipo turbina

O medidor de vazão tipo turbina é usado na medição de vazão de líquidos e de gases. No interior de um tubo circular, é montado um rotor, suportado por mancais. A montante do rotor, pode-se utilizar um conjunto de pás diretrizes. Um sensor do tipo relutância variável, formado por um ímã e por uma bobina, é empregado para detectar a passagem de cada uma das pás do rotor, conforme o esquema de medidor do tipo turbina mostrado acima. A velocidade axial V forma um ângulo α com a velocidade tangencial do rotor, ωR . Acerca do medidor de vazão tipo turbina, operando com um sensor de relutância variável, mostrado no esquema, é correto afirmar que

- Ⓐ as pás da turbina, se forem construídas com material ferromagnético, cada uma, ao cruzar com o sensor de relutância variável, produzirão um sinal de tensão E , na bobina. O número de pulsos é inversamente proporcional à vazão.
- Ⓑ a rotação do rotor da turbina é independente do ângulo α .
- Ⓒ a relação vazão *versus* rotação se mantém linear, mesmo operando com baixos valores de vazão, em que o esforço magnético sobre a pá do rotor é considerado elevado comparado com a força exercida pelo escoamento.
- Ⓓ a vazão é proporcional a $(\omega)^{\frac{3}{2}}$.
- Ⓔ o sensor de relutância variável, formado pelo ímã e pela bobina, é sensível à passagem das pás de material ferromagnético. O fluxo magnético varia cada vez que uma pá do rotor modifica as linhas do campo magnético. A bobina gera uma sequência de pulsos, cuja frequência é proporcional à vazão e ao número de pás do rotor.

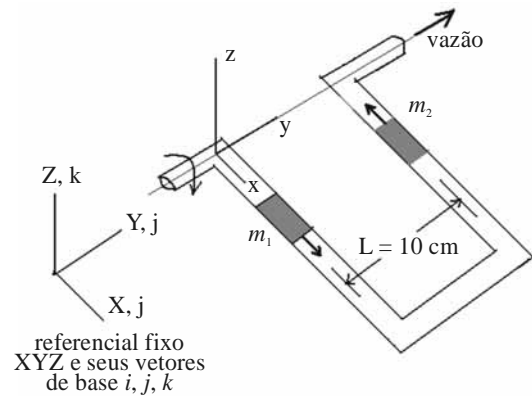
QUESTÃO 69



Um anemômetro de fio quente, do tipo temperatura constante, é apresentado, esquematicamente, na figura acima. A respeito desse tipo de anemômetro, que opera com o fio a temperatura constante, assinale a opção correta.

- A Independente da velocidade do ar, a corrente que alimenta a ponte é mantida constante.
- B A resistência elétrica de um fio de platina ou de tungstênio, usado na confecção do fio sensor, é independente de temperatura.
- C O calor por convecção, trocado entre o fio e o ar, é inversamente proporcional à velocidade do ar.
- D Quando a velocidade do ar aumenta, a transferência de calor entre o fio e o ar aumenta, e mais potência alimenta a ponte de Wheatstone, no sentido de manter a temperatura do fio constante.
- E A potência de alimentação da ponte de Wheatstone independe da velocidade do ar.

QUESTÃO 70



Uma vazão constante de água escoa no circuito mostrado na figura esquematizada acima. O trecho de tubulação em forma de U é livre para girar em torno do eixo Y, com velocidade angular ω , em relação a um referencial XYZ fixo à Terra. Esse referencial é considerado um referencial inercial.

O sistema de referência inercial tem seus respectivos vetores de base i, j e k .

O vetor velocidade angular do trecho em forma de U, medido em relação ao sistema fixo XYZ, expresso por $\omega = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ é igual a $(0, 10 \text{ rad/s}, 0)$. Uma massa de água m_1 , igual a 100 g, ao ser observada do sistema fixo, quando está passando pelo plano XY, movimenta-se no sentido positivo do eixo X, pertencente ao sistema de coordenadas móvel xyz, fixo ao trecho em forma de U e girando com ele. O vetor velocidade dessa massa m_1 , medida no sistema móvel, é $v = (v_x, v_y, v_z) = (2 \text{ m/s}, 0, 0)$. Enquanto isso, no braço oposto, outra massa, m_2 , de igual valor, movimenta-se com velocidade $v = (-2 \text{ m/s}, 0, 0)$, ou seja, em sentido contrário ao de m_1 . A distância que separa as linhas de centro dos trechos do tubo em forma de U, em que se deslocam as massas m_1 e m_2 é igual a $L = 10 \text{ cm}$, como mostrado no esquema. Nessa situação, se a aceleração de Coriolis for igual a $A_c = -2\omega \times v$, a intensidade do momento M gerado pela força de Coriolis sobre as massas m_1 e m_2 será igual a

- A $M = 0,2 \text{ N} \times \text{m}$.
- B $M = 0,4 \text{ N} \times \text{m}$.
- C $M = 0,8 \text{ N} \times \text{m}$.
- D $M = 1,0 \text{ N} \times \text{m}$.
- E $M = 1,2 \text{ N} \times \text{m}$.