PUC-RIO — CB-CTC

GABARITO G1 - FIS 1041 - FLUIDOS E TERMODINÂMICA

08/09/2011

Nome:____

Matrícula:____Turma:___________

Questão	Valor	Grau	Revisão
1ª	3,5		
2ª	3,0		
3ª	3,5		
Total	10,0		

$p_o = 1{,}0 \times 10^5$ Pa (pressão atmosférica); $g = 10$ m / s^2 ; $\rho_{\text{água}} = 1.0 \times 10^3$ kg/m^3

$S_{circulo} = \pi r^2$; $S_{esfera} = 4\pi r^2$; $V_{esfera} = 4/3\ \pi\ r^3$; 1 m^3 = 1000 L

$\rho = m / V$; $p = p_o + \rho g h$; $F_E = \rho g V_{Liquido}$

$dm / dt = \rho A v = c^{te}$; $R = Av$.

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = \text{constante}$$

$T = 2\pi/\omega$; $f = 1/T$ Hz; $\omega^2 = k / m$; $\omega^2 = g / \ell$

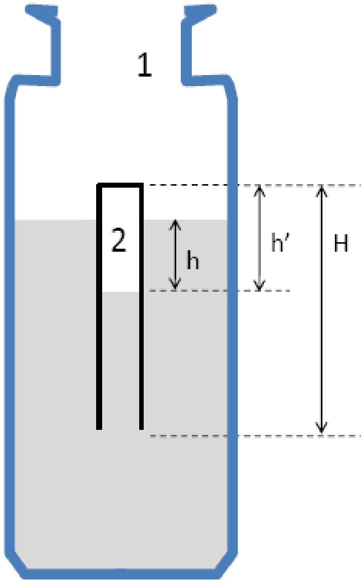
$x = x_{max} \cos(\omega t + \phi_o)$; $v = dx / dt$; $a = dv / dt$; $x = \ell\, \theta$

O tempo de prova é de 1 h 50 min. Mantenha o celular desligado e seu documento de identidade sobre a carteira: ele poderá ser solicitado.

É permitido usar calculadora não programável.

As respostas sem justificativas não serão computadas.

1ª Questão – (3,5 pontos)



Dentro de uma garrafa aberta para a atmosfera, contendo água (ρ=1,0×10^3 kg/m^3), flutua parcialmente submerso um tubo invertido, com o lado aberto para baixo. O interior do tubo é parcialmente ocupado por água, como mostrado na figura ao lado. O espaço restante (2) é ocupado por ar.

O tubo tem paredes rígidas muito finas (volume das paredes desprezível). O seu comprimento é H = 7,0 cm e a sua seção transversal é quadrada de lado L = 1,0 cm.

Observa-se que h = 2,0 cm e h' = 3,0 cm.

A) Calcule a pressão manométrica na interface água-ar dentro do tubo. Qual a pressão manométrica do ar preso no tubo? **1,0 ponto**

$p_{interface} = p_{atm} + \rho g h$
$p_{interface} - p_{atm} = \rho g h + 10^3 x 10 x 2 x 10^{-2} = 200$ Pa
$p_{AR} - p_{atm} = p_{interface} - p_{atm} = 200$ Pa

B) Considere o conjunto (paredes do tubo + ar preso). Usando o princípio de Arquimedes determine a força de empuxo $\vec{E}$ sobre esse conjunto. Indique sua direção e sentido. **0,7 pontos**

$|\vec{E}| = \rho g V_{sub} = \rho g L^2 h$ (desprezando $V_{paredes}$)

$|\vec{E}| = 10^3 x 10 x 10^{-4} x 2 x 10^{-2}$ N = 0,02 N

$\vec{E} = |\vec{E}|\ \hat{j}$

C) Calcule a força que o ar exerce sobre a superfície superior do tubo (considere tanto a sua face interna quanto externa). Indique claramente a direção e sentido da força resultante. Compare o resultado com o achado no item B. **0,8 pontos**

$|F_1| = p_{atm} L^2$, $|F_2| = p_{AR} L^2$
$\vec{R} = (p_{AR} - p_{atm}) L^2\ \hat{j} = (2x10^{-2}$ N$)\ \hat{j}$
Coincide com o item B

D) Ache a massa do tubo. **0,5 pontos**

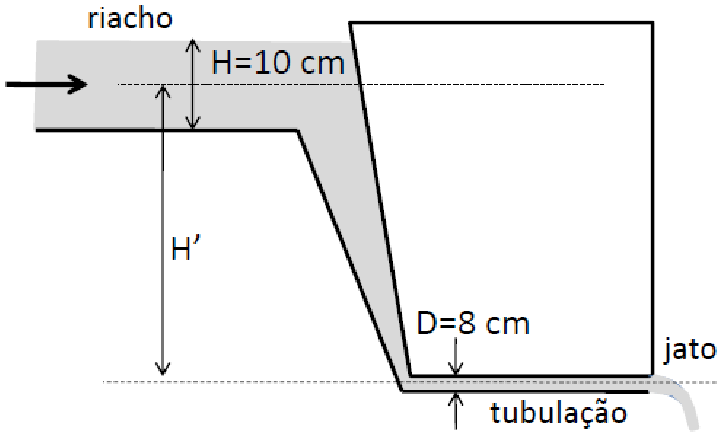
Desprezando a massa de ar dentro do tubo, no equilíbrio estático $\vec{E} - \vec{P}_{tubo} = 0 \rightarrow$
$m_{tubo}\, g = \rho\, g\, V_{sub} \rightarrow m_{tubo} = \rho\, V_{sub} = 10^3 x 2 x 10^{-6} = 2 10^{-3}$ kg = 2 g

E) Se a pressão externa (em 1) é aumentada, depois de um tempo uma nova situação de equilíbrio é alcançada, em que o tubo passa a flutuar completamente imerso. Nessa situação, determine o volume ocupado pelo ar preso. **0,5 pontos**

Na situação de equilíbrio, novamente $\vec{E} - \vec{P}_{tubo} = 0 \rightarrow$

$\rho\, g\, V'_{sub} = m_{tubo} g \rightarrow V'_{sub} = m_{tubo} / \rho = 2x10^{-6}$ m^3 = 2 cm^3

2ª Questão – (3,0 pontos)



Um riacho de efluentes industriais líquidos (ρ = 0,90×10^3 kg/m^3) de largura L = 0,80 m e profundidade H = 0,10 m corre a céu aberto.

O riacho passa depois a ser canalizado em uma tubulação com seção reta circular de diâmetro D = 8,0 cm, que corre ao longo da horizontal de modo que o seu eixo central está H' abaixo do nível médio do rio.

Finalmente, o líquido é lançado num jato horizontal para a atmosfera.

Observa-se que a velocidade do riacho, v = 0,50 m/s, é aproximadamente horizontal e uniforme ao longo de toda seção reta. Considere os fluxos sempre laminares e uniformes. Considere H<<H' e D<<H'.

A) Calcule a vazão do riacho. **0,8 pontos**

A vazão é dada por R = v A = v L H = 0,5 × 0,80 × 0,10 = 0,040 m^3/s.

B) Calcule a velocidade v' do líquido dentro da tubulação horizontal. **0,8 pontos**

A nova área é π R^2 = π 0,040^2 = 5,0 × 10^{-3} m^2. Assim, pela conservação da vazão temos R = 5,0 × 10^{-3} v' = 0,040 → v' = 0,040/5,0 × 10^{-3} = 8 m/s.

C) Calcule a pressão num ponto qualquer dentro da tubulação. **0,7 pontos**

Por Bernoulli, podemos comparar um ponto no centro do tubo (A) com um ponto no jato de água (B): $y_A = y_B$; $v_A = v_B$ = 8 m/s; $p_A = p_{atm}$. Portanto:

$$1{,}0\times10^5 + \tfrac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g y_A = p_B + \tfrac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g y_B$$
$$\rightarrow p_B = 1{,}0\times10^5 \text{ Pa.}$$

D) Calcule a profundidade H' da tubulação. **0,7 pontos**

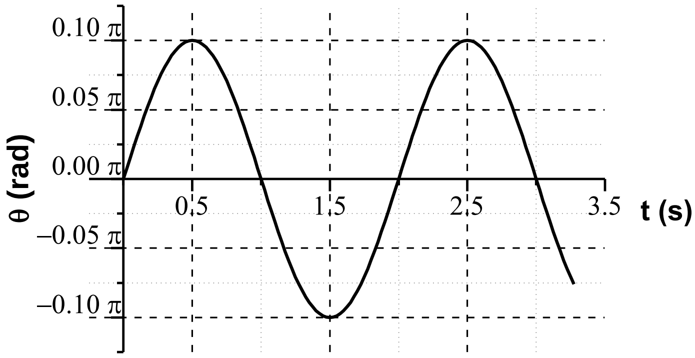
Comparando um ponto no meio do riacho (C) e outro dentro do tubo (A) e considerando $y_C - y_A$ = H' temos

$$1{,}0\times10^5 + \tfrac{1}{2}\rho v_A^2 + \rho g y_A = 1{,}0\times10^5 + \tfrac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho g y_C$$
$$\rightarrow \tfrac{1}{2} v_A^2 = \tfrac{1}{2} v_C^2 + g H'$$
$$\rightarrow H' = (v_A^2 - v_C^2)/2g = (8^2 - 0{,}5^2)/20 = 3{,}2 \text{ m.}$$

3ª Questão – (3,5 pontos)

Um pêndulo simples formado por uma esfera de massa M = 0,198 kg suspensa por um fio vertical encontra-se em repouso. Uma bala de espingarda de chumbinho, de massa m = 2,0 g, atinge a esfera horizontalmente e fica alojada nela.

O gráfico ao lado representa a posição angular do conjunto pêndulo-bala em função do tempo.



A) Encontre o ângulo máximo (θ_m) e a frequência angular (ω) desse movimento. **1,0 ponto**

Do gráfico, $\theta_m = 0{,}1\pi$ e o periodo é T=2,0 s logo $\omega=2\pi/T=\pi$ rad/s ≈ 3,14 rad/s

B) Escreva uma expressão literal para a função θ(t). Encontre a constante de fase e escreva os valores numéricos de todos os parâmetros dessa expressão (com unidades). **1,0 ponto**

$\theta(t) = \theta_m \text{ sen } (\omega t+\phi)$, sendo $\theta(0) = \theta_m \text{ sen } \phi=0$ e $d\theta/dt(0) = \theta_m\, \omega \cos \phi>0$, logo $\phi=0$

➔ $\theta(t) = \theta_m \text{ sen } (\omega t) = 0{,}1\pi \text{ sen } (\pi t) \approx 0{,}314 \text{ sen } (3{,}14\, t)$ rad, [t] = s

ou também $\theta(t) = \theta_m \cos (\omega t-\pi/2) = 0{,}1\pi \cos (\pi t-\pi/2)$

C) Determine o comprimento do pêndulo e a velocidade máxima que ele atinge. **1,0 ponto**

$\omega^2 = g/L$ ➔ $L = g/\omega^2 \approx 10/\pi^2 \approx 1{,}01$ m

$v_{max} = \theta_m\, L\, \omega \approx 0{,}1\pi \times \pi \times 10/\pi^2$ m/s = 1 m/s

D) Calcule a velocidade da bala imediatamente antes de atingir a esfera. **0,5 pontos**

por conservação da quantidade de movimento $m\, v_{bala} = (m + M)\, v_{max}$

➔ $v_{bala} = v_{max}\, (m + M)/m$ =1x 0,2/0,002=100m/s