Primeira prova de Física XIX (Turma da Tarde), 09/09/2009

Nome:______________________________ Nota:_______

Dados úteis para a prova: (1) aceleração da gravidade: $g = 9,8\,\mathrm{m/s^2}$; (2) densidade da água: $\rho_a = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$; (3) Constante de gravitação universal: $G = 6,67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$.

(**1ª questão**) Na experiência sobre o Princípio de Arquimedes realizada no laboratório, mediu-se com um paquímetro a altura h de um bloco cilíndrico de alumínio bem como seu diâmetro D de seção transversal. Considere que os valores encontrados foram $h = (40,00 \pm 0,05)\,\mathrm{mm}$ e $D = (19,00 \pm 0,05)\,\mathrm{mm}$.

a) Obtenha o volume V do bloco de alumínio bem como a sua incerteza ΔV. (1,5 pontos)

b) Calcule o módulo da força de empuxo E da água sobre o bloco bem como sua incerteza ΔE quando o bloco está totalmente submerso. (1,0 ponto)

Solução:

a) $V = \frac{\pi D^2 h}{4} \Rightarrow \boxed{V = 1,134 \times 10^{-5}\,m^3}$

$\Delta V = \left|\frac{\partial V}{\partial D}\right| \Delta D + \left|\frac{\partial V}{\partial h}\right| \Delta h = \frac{\pi D h}{2} \Delta D + \frac{\pi D^2}{4} \Delta h \Rightarrow \boxed{\Delta V = 0,007 \times 10^{-5}\,m^3}$

Logo, o volume é $\boxed{V = (1,134 \pm 0,007) \times 10^{-5}\,m^3}$

b) $E = \rho V g \Rightarrow \boxed{E = 1,111 \times 10^{-1}\,N}$

$\Delta E = \left|\frac{\partial E}{\partial V}\right| \Delta V = \rho g \Delta V = 0,007 \times 10^{-1}\,N$

Logo, o empuxo é $\boxed{E = (1,111 \pm 0,007) \times 10^{-1}\,N}$

nome:____

(2ª questão) Estrelas de nêutrons são extremamente densas e possuem grande rotação. Considere que uma delas tenha raio $R = 20\,\text{km}$ e esteja girando com velocidade angular $\omega = 1,0$ rotação por segundo.

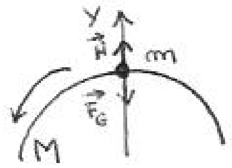
a) Qual é o menor valor de sua massa M para que a matéria não escape de sua superfície em função de sua rotação? (1,5 pontos)

b) Qual seria a velocidade de escape de um corpo em órbita a uma distância $d = 80\,R$ da superfície da estrela? (1,0 ponto)

Solução:

a) Seja m a massa de um pequeno pedaço da superfície. Então, da 2ª lei de Newton, segue que:

$$\vec{N} + \vec{F}_G = m\vec{a}_c$$



$$\underline{Y}: \quad N - \frac{GMm}{R^2} = -m\frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow \quad N = \frac{GMm}{R^2} - m\omega^2 R \geqslant 0 \Rightarrow \frac{GM\cancel{m}}{R^2} \geqslant \cancel{m}\omega^2 R$$

$$\Rightarrow \quad M \geqslant \frac{\omega^2 R^3}{G} = 4,7 \times 10^{24}\,\text{kg}.$$ Logo a massa mínima é

$$\boxed{M_{min} = 4,7 \times 10^{24}\,\text{kg}}$$

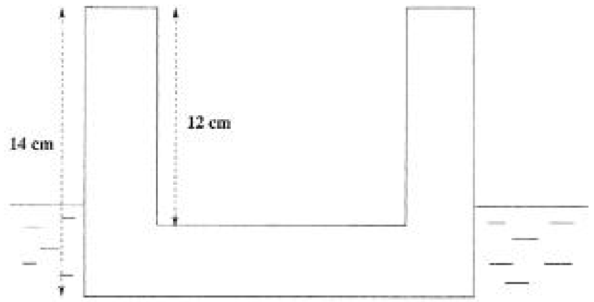
b) Velocidade de escape: $v_{esc} = \left(\dfrac{2GM}{81R}\right)^{1/2} \Rightarrow \boxed{v_{esc} = 19,7\,\text{km/s}}$

nome:____

(3ª questão) Uma caixa cúbica, quando vazia, flutua num líquido de densidade $\rho = 1,2\,\text{g/cm}^3$ com um quarto do seu volume externo submerso, conforme a figura abaixo.

a) Qual a densidade do material? (1,0 ponto)

b) Se enchermos esta caixa completamente com água, que fração do volume externo ficará submersa? (1,5 pontos)



Solução:

a) Caixa cúbica vazia flutuando: $|\vec{P}| = |\vec{E}|$

$$\Rightarrow m\cancel{g} = \rho V_{sub} \cancel{g} \Rightarrow \rho_c (V_{ext} - V_{int}) = \rho \frac{V_{ext}}{4}$$

$$\Rightarrow \rho_c (14^3 - 12^3) = 1,2 \cdot \frac{14^3}{4} \Rightarrow \boxed{\rho_c = 0,81\ g/cm^3}$$

b) Caixa cúbica cheia flutuando: $|\vec{P}| = |\vec{E}|$

$$\Rightarrow m\cancel{g} + m_{agua}\cancel{g} = \rho V'_{sub} \cancel{g}$$

$$\Rightarrow \rho_c (V_{ext} - V_{int}) + \rho_{agua} V_{int} = \rho V'_{sub}$$

$$\Rightarrow 0,81 (14^3 - 12^3) + 1 \cdot 12^3 = 1,2\ V'_{sub} \Rightarrow V'_{sub} = 2125,8\ cm^3$$

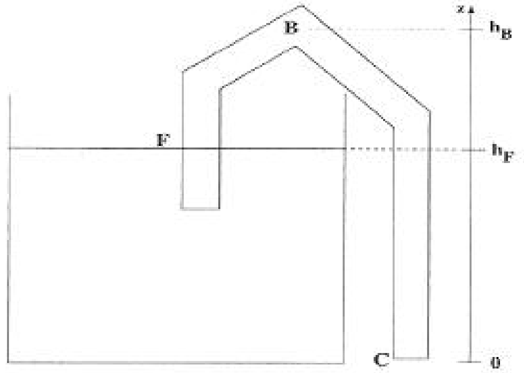
Fração do volume externo submersa: $\boxed{f = V'_{sub}/V_{ext} = 0,775} \rightarrow$ 77,5% submerso.

nome:____

(4ª questão) O sifão é um dispositivo bem conhecido, muito utilizado para retirar o líquido de um recipiente que não pode ser tombado. Este dispositivo está mostrado na figura abaixo. Admita que o fluido no recipiente é ideal e possui densidade ρ. Admita também que a pressão na superfície superior do fluido (ponto F da figura) é a pressão atmosférica p_{atm} e que este ponto está a uma altura h_F da base do recipiente. O tubo possui área de seção transversal constante, sendo essa área bem menor que a área de seção transversal do recipiente que contém o líquido.

a) Qual é a velocidade do líquido ao sair pela extremidade C? (1,0 ponto)

b) Qual é a altura máxima h_B do ponto B de maneira a não interromper o escoamento do líquido pelo sifão? (1,5 pontos)



Solução:

a) Aplicando a Eq. de Bernoulli nos pontos C e F:

$$p_F + \frac{1}{2}\rho \underbrace{\cancel{v_F^2}}_{\approx 0 \text{ (pois } A_F \gg A_C)} + \rho g h_F = p_C + \frac{1}{2}\rho v_C^2 + \rho g \cancel{h_C}^{\,0}$$

$$\Rightarrow \cancel{p_{atm}} + \rho g h_F = \cancel{p_{atm}} + \frac{1}{2}\rho v_C^2 \Rightarrow \boxed{v_C = \sqrt{2 g h_F}}$$

b) Aplicando a Eq. de Bernoulli nos pontos F e B:

$$p_F + \frac{1}{2}\rho \underbrace{\cancel{v_F^2}}_{\approx 0} + \rho g h_F = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \rho g h_B$$

Altura máxima $\Rightarrow p_B = 0$ e $v_B = 0 \Rightarrow p_{atm} + \rho g h_F = \rho g h_B$

$$\Rightarrow \boxed{h_B = \frac{p_{atm}}{\rho g} + h_F}$$