**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**
**INSTITUTO DE FÍSICA 'GLEB WATAGHIN'**
**1ª Prova - F228Diurno - 04/Setembro/2002**

8,0

**NOME:** Pedro Henrique Juliano Nardelli **RA:** 017086 **TURMA:** A

[1] Uma partícula de massa ***m*** está localizada dentro de uma esfera sólida homogênea de massa ***M*** e raio ***R***. Se a partícula está a uma distância ***r<R*** do centro da esfera.

a) Calcule a força gravitacional que age sobre a partícula **(0,5 pontos)**;

b) Supondo nula no infinito a energia potencial gravitacional da partícula, mostre que no interior da esfera ela é dada por **(1,5 pontos)**

$$U(r) = \frac{GMm}{2R}\left[\frac{r^2}{R^2} - 3\right];$$

c) Calcule o trabalho feito pela força gravitacional ao trazer a partícula da superfície da esfera até o seu centro **(0,5 pontos)**.

2,5

a) $\frac{4}{3}\pi R^3$ —— $M$

$\frac{4}{3}\pi r^3$ —— $\bar{M}$ $\Rightarrow \bar{M} = \frac{M \cdot r^3}{R^3}$

$$F_G = G\frac{\bar{M}m}{r^2} = G\frac{\frac{Mr^3}{R^3}\cdot m}{r^2} = \frac{GMmr^3}{R^3 r^2} = \boxed{\frac{GMm \cdot r}{R^3}}$$

b) $dU = -F\,dd$, logo

$$U = -GMm\int_R^{\infty}\frac{1}{R^2}\,dd - GMm\int_R^{r}\frac{d}{R^3}\,dd = -\frac{GMm}{R^2}\cdot R + \frac{GMmr^2}{2R^3} - \frac{GMmR^2}{2R^3}$$

$$= \boxed{-\frac{3}{2}\frac{GMm}{R} + \frac{GMmr^2}{2R^3} = \frac{GMm}{2R}\left(\frac{r^2}{R^2} - 3\right)}$$

c) U no ∞ [illegible] é zero

$$W = -\Delta U \Rightarrow W = U_i - U_f \Rightarrow W = -\frac{GMm}{R} - \frac{GMm}{2R}(-3) =$$

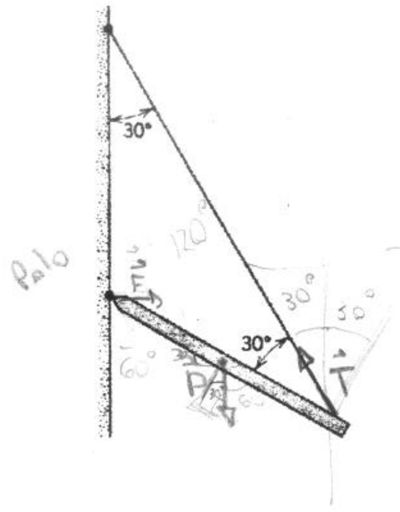
$$= \frac{3GMm}{2R} - \frac{GMm}{R} = \frac{GMm}{R}\left(\frac{3}{2} - 1\right) = \boxed{\frac{GMm}{2R}}$$

R: a) $\frac{GMmr}{R^3}$ b) Dem. c) $\frac{GMm}{2R}$

[2] Uma viga de comprimento **L=1m** e pesando **P=400N** está presa à parede através de uma dobradiça. A outra extremidade é sustentada por uma corda, como mostra a figura abaixo. Encontre:

a) A tensão **T** na corda **(1 ponto);**

b) O módulo da força **F** que a parede exerce sobre a viga **(1,5 pontos).**




x: $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow F_x - T_x = 0$ (I)

y: $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow F_y + T_y - P = 0$ (II)

$\sum \vec{\tau} = \vec{0} \Rightarrow P\cos 30^\circ \, 0{,}5m - T \cos 60 \cdot 1 = 0$

$400 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{T}{2} \Rightarrow \boxed{T = 200\sqrt{3}\ N}$

Mas (I):

$F_x = +T_x \Rightarrow F_x = +T \cdot \cos 60^\circ \Rightarrow F_x = 200\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} = 100\sqrt{3}\ N$

e (II): $F_y = P - T_y = 400 - T \cdot \cos 30^\circ = 400 - 200\sqrt{3} \cdot \ldots = 100\ N$

Como $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow F = \sqrt{10.000 + 30.000} = \sqrt{40.000} = \boxed{200\ N}$

2,5

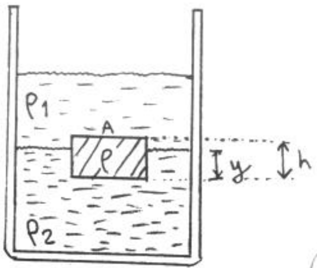
R: (a) $200\sqrt{3}\ N$

(b) $200\ N$

[3] Um bloco de área transversal **A**, altura **h** e densidade $\rho$ desconhecida está submergido em equilíbrio entre dois fluidos diferentes que não se misturam. Uma altura **y** do bloco está no fluido de densidade $\rho_2$, sendo que $\rho_1 < \rho < \rho_2$. Calcule:

a) A força de empuxo **E** sobre o bloco em função das **densidades dos fluidos, h, y, A** e **g (1 ponto);**

b) A densidade do bloco $\rho$ em função das **densidades dos fluidos, h** e **y (1,5 pontos)**.




ⓐ $E = E_1 + E_2 = \rho_1 \cdot V_{B_1} \cdot g + \rho_2 V_{B_2} g =$

$= \rho_1 (h-y) . A . g + \rho_2 . y . A . g = \underline{A . g (\rho_1 (h-y) + \rho_2 y)}$

ⓑ Equilíbrio: $E = P$, e $P = mg = \rho . V g$

$A . g . (\rho_1 (h-y) + \rho_2 y) = \rho . A . h . g \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{\rho = \frac{(\rho_1 (h-y) + \rho_2 y)}{h}}$$

2,5

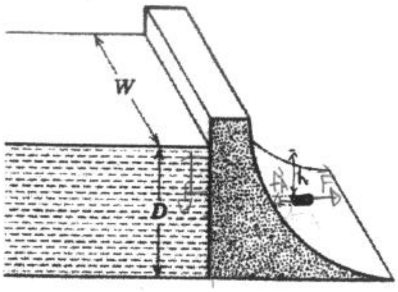
ⓐ $A . g (\rho_1 (h-y) + \rho_2 y) = E$

ⓑ $\rho = \dfrac{(\rho_1 (h-y) + \rho_2 y)}{h}$

[4] A profundidade da água doce em repouso atrás de um dique é de **D=15 m** . Um tubo horizontal de diâmetro **Φ=4 cm** passa através do dique **h=6 m** abaixo da superfície da água, como mostra a figura. Uma rolha fecha a abertura externa do tubo. ($g = 10\ m/s^2$)

a) Encontre a força de atrito entre a rolha e as paredes do tubo **(1,5 pontos);**

b) Encontre a vazão volumar da água escoando pelo tubo quando a rolha é removida **(1 ponto)**.




$\Phi = 4cm = 0{,}04m$ $\quad P_0 = 10^5 Pa$

$r = 0{,}02m$

A: área

(a) Rolha em equilíbrio

$f_A = F$ ∴ não entra no problema

$f_A = (P_0 + \rho \cdot g\, h) \cdot A \Rightarrow$

$f_A = (10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 6)(2 \cdot 10^{-2})^2 \pi \rightarrow$

$\Rightarrow f = 16 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \pi = \boxed{64\pi\ N}$

(b) R: vazão $\quad R = A \cdot v$

mas: $v = \sqrt{2g(D-h)} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 9} = \sqrt{180} = 3\sqrt{20}\ \frac{m}{s}$

$R = 4 \cdot 10^{-4}\pi \cdot 3\sqrt{20} = \boxed{12\pi\sqrt{20} \cdot 10^{-4}\ \frac{m^3}{s}}$

(a) $64\pi$ N

(b) $12\pi\sqrt{20} \cdot 10^{-4}\ \frac{m^3}{s}$