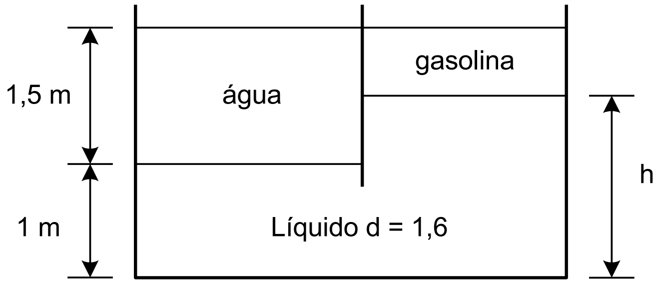
PME3222 –MECÂNICA DOS FLUIDOS PARA ENGª CIVIL

Lista de Exercícios Complementar – Estática dos Fluidos

1) Na figura, as superfícies da água e da gasolina, ambas a 20 ºC, estão abertas à atmosfera e encontram-se no mesmo nível. Determinar a altura *h* do terceiro líquido no ramo direito.



SOLUÇÃO

Peso específico da água (γ_{ref}) a 4 ºC: 9807 N/m^3
Peso específico da água (γ_a) a 20 ºC: 9790 N/m^3
Peso específico da gasolina (γ_g) a 20 ºC: 6670 N/m^3
Peso específico do líquido (γ_l): 1,6. 9807 = 15691 N/m^3

Começando pelo ramo da esquerda e caminhando até o fundo do reservatório:

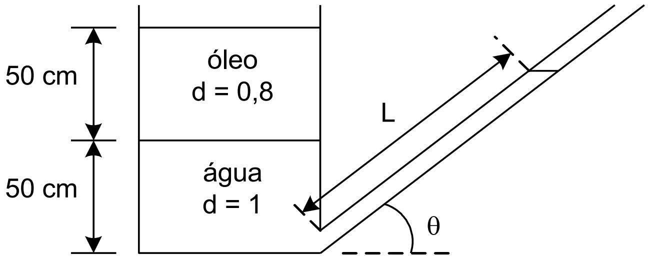
$$\gamma_a \cdot 1{,}5m + \gamma_l \cdot 1{,}0m = \gamma_l \cdot h + \gamma_g \cdot (2{,}5 - h)$$

$$h = \frac{\gamma_a \cdot 1{,}5 + \gamma_l - \gamma_g \cdot 2{,}5}{\gamma_l - \gamma_g} = \frac{9790 \cdot 1{,}5 + 15691 - 6670 \cdot 2{,}5}{15691 - 6670}$$

Portanto, h = 1,52 m

---

2) Na figura, o tanque e o tubo estão abertos para a atmosfera. Se θ = 25º, qual o comprimento (L) da coluna de líquido? (*)



<u>SOLUÇÃO</u>

Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_{ref}$) a 4 ºC: 9807 N/m^3
Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_{a}$) para d = 1: 9807 N/m^3
Peso específico do óleo($\boldsymbol{\gamma}_{o}$) a 20 ºC: 0,8. 9807 = 7846 N/m^3

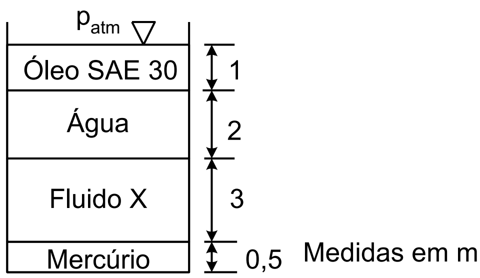
$$\gamma_o \cdot 0{,}5 + \gamma_a \cdot 0{,}5 = \gamma_a \cdot L \cdot sen\theta$$

$$L = \frac{\gamma_o \cdot 0{,}5 + \gamma_a \cdot 0{,}5}{\gamma_a \cdot sen\theta} = \frac{7846 \cdot 0{,}5 + 9807 \cdot 0{,}5}{9807 \cdot sen25º}$$

Portanto, L = 2,13 m

---

3) O sistema da figura está a 20 ºC. Se a pressão atmosférica é 101,33 kPa e a pressão no fundo do tanque é 242 kPa, qual é a densidade do fluido X? (Resp. 1,56) (*)



<u>SOLUÇÃO</u>

Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_{ref}$) a 4 ºC: 9807 N/m^3
Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_{a}$) a 20 ºC: 9790 N/m^3
Peso específico do óleo SAE 30 ($\boldsymbol{\gamma}_{o}$) a 20 ºC: 8720 N/m^3
Peso específico do mercúrio ($\boldsymbol{\gamma}_{m}$) a 20 ºC: 133100 N/m^3
Peso específico do líquido ($\boldsymbol{\gamma}_{l}$)

Da superfície para o fundo do tanque:

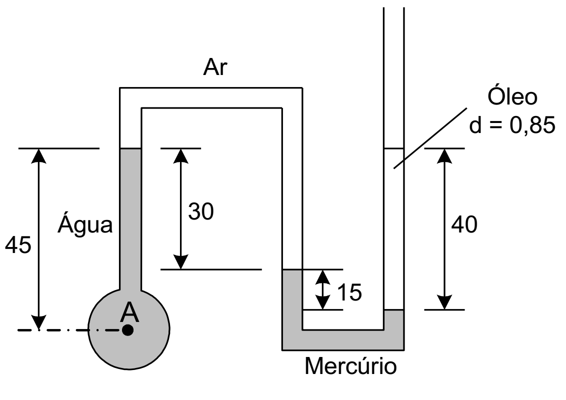
$$101330 + \gamma_o \cdot 1 + \gamma_a \cdot 2 + \gamma_l \cdot 3 + \gamma_m \cdot 0{,}5 = 242000$$

Resolvendo, $\boldsymbol{\gamma}_{l}$ = 15273 m

$d_l = \frac{\gamma_l}{\gamma_{ref}} = \frac{15273}{9807}$ portando d_l = 1,56

---

4) Para o manômetro da figura, pede-se para determinar $p_A - p_{atm}$. A água e o mercúrio estão a 20 ºC. (Resp. –12250 Pa) (**)



<u>**SOLUÇÃO**</u>

Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_{ref}$) a 4 ºC: 9807 N/m^3
Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_a$) a 20 ºC: 9790 N/m^3
Peso específico do óleo ($\boldsymbol{\gamma}_o$): 0,85.9807 = 8336 N/m^3
Peso específico do mercúrio ($\boldsymbol{\gamma}_m$) a 20 ºC: 133100 N/m^3

Hipótese: peso específico do ar << peso específico dos líquidos

Começando por A:

$$p_A - 0{,}45 \cdot \gamma_a + 0{,}30 \cdot \gamma_{ar} + 0{,}15 \cdot \gamma_m - 0{,}40 \cdot \gamma_o = p_{atm}$$

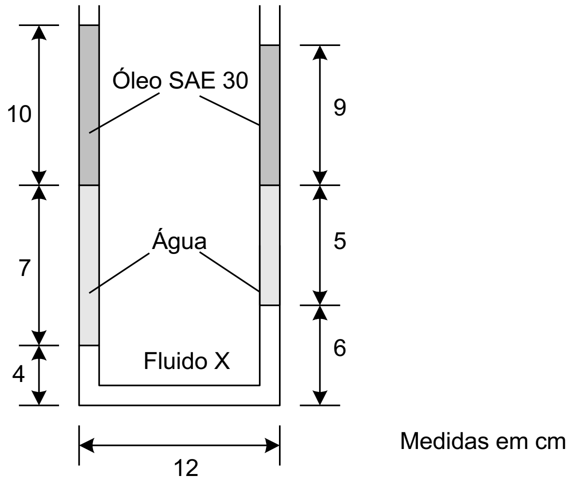
$$p_A - p_{atm} = 0{,}45 \cdot \gamma_a - 0{,}15 \cdot \gamma_m + 0{,}40 \cdot \gamma_o$$

$$p_A - p_{atm} = 0{,}45 \cdot 9790 - 0{,}15 \cdot 133100 + 0{,}40 \cdot 8336$$

$p_A - p_{atm} = -\ 12225$ Pa

---

5) Ambas as extremidades do manômetro estão abertas para a atmosfera. Os fluidos estão a 20 ºC. Pede-se para determinar a densidade do fluido X. Medidas em centímetros. (Resp. 1,45) (**)



<u>**SOLUÇÃO**</u>

Começando pelo ramo esquerdo:

$$p_{atm} + \gamma_o \cdot 0{,}1 + \gamma_a \cdot 0{,}07 - \gamma_l \cdot 0{,}02 - \gamma_a \cdot 0{,}05 - \gamma_o \cdot 0{,}09 = p_{atm}$$

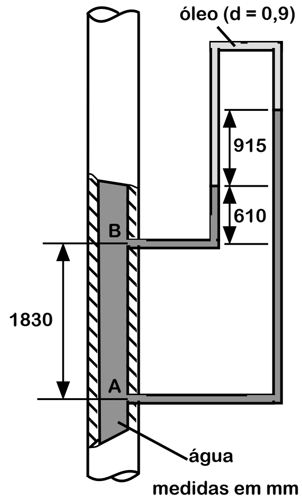
$$p_{atm} + 8720 \cdot 0{,}1 + 9790 \cdot 0{,}07 - \gamma_l \cdot 0{,}02 - 9790 \cdot 0{,}05 - 8720 \cdot 0{,}09 = p_{atm}$$

Resolvendo, $\boldsymbol{\gamma}_l$ = 14150 m

$d_l = \frac{\gamma_l}{\gamma_{ref}} = \frac{14150}{9807}$ portando d_l = 1,44

---

6) Para o manômetro da figura pede-se para a determinar as diferenças de pressão absoluta e manométrica entre os pontos A e B. Justifique sua resposta. Considerar a massa específica da água igual a 1000 kg/m^3. (Resp. 18850 Pa e a manométrica?) (**)



<u>SOLUÇÃO</u>

Peso específico da água ($\boldsymbol{\gamma}_{ref}$) a 4 ºC: 9807 N/m^3
Peso específico do óleo ($\boldsymbol{\gamma}_o$): 0,9.9807 = 8826 N/m^3

Começando por A:

$$p_A - 1{,}830 \cdot \gamma_a - (0{,}610 + 0{,}915) \cdot \gamma_a + 0{,}915 \cdot \gamma_o + 0{,}610 \cdot \gamma_a = p_B$$

$$p_A - p_B = 1{,}830 \cdot 9807 + (0{,}610 + 0{,}915) \cdot 9807 - 0{,}915 \cdot 8826 - 0{,}610 \cdot 9807$$

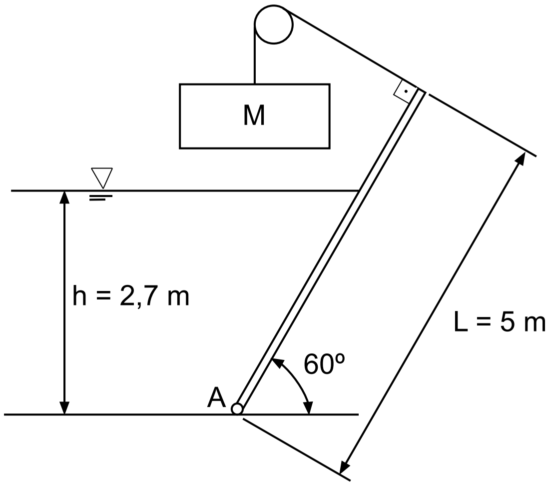
$p_A - p_B$ = 18844 Pa

---

7) A comporta inclinada de 60º com relação à horizontal possui uma largura w = 3 m e um comprimento L = 5 m. Sua extremidade é articulada, de forma a permitir a rotação em torno de A. O fluido é água com massa específica igual a 1000 kg/m^3. Considere g = 10 m/s^2 e despreze o peso da comporta. Calcule:

(a) a massa (M) do bloco necessária para manter o conjunto em equilíbrio;

(b) as reações horizontal (A_x) e vertical (A_y) na articulação A.



SOLUÇÃO

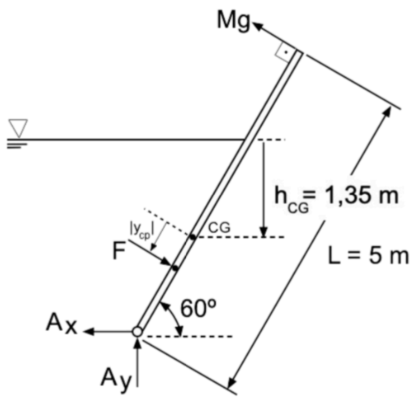
Pressão manométrica na profundidade do centroide (CG) da parte submersa da comporta:

$$p_{cg} = \gamma . h_{cg} = 10000 \cdot \frac{2,7}{2} = 13500 Pa$$

Área molhada da comporta: $A = L_s \cdot w = \frac{h}{sen\theta} \cdot w = 3,118 \cdot 3 = 9,353 m^2$

Força aplicada sobre a comporta: $F = p_{cg} \cdot A = 126267 N$

Determinação do centro de pressão (CP):



$$I_{xx} = w \frac{{L_s}^3}{12} = 3 \cdot \frac{3,118^3}{12} = 7,576 m^4$$

$$y_{cp} = -I_{xx} \cdot \frac{sen\theta}{h_{cg} A} = -7,576 \cdot \frac{sen60º}{1,35 \cdot 9,353} = -0,5196 m$$

$$x_{cp} = 0$$

Braço da força F: $b = \frac{L_s}{2} + y_{cp} = 1,039 m$

(a) Somatório dos momentos com relação ao pólo A: $M \cdot g \cdot L = F \cdot b \rightarrow M = \frac{F \cdot b}{g \cdot L} = \frac{126267 \cdot 1,039}{10 \cdot 5}$

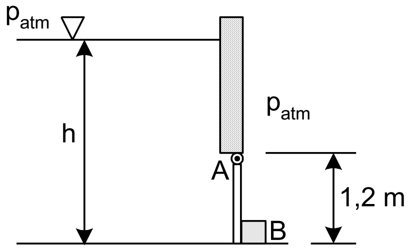
M = 2624 kg

(b) Cálculo das reações:

$A_x = [F - M \cdot g]sen\theta$ => $A_x = 86622$ N

$A_y = [F - M \cdot g]cos\theta$ => $Ay = 50011$ N

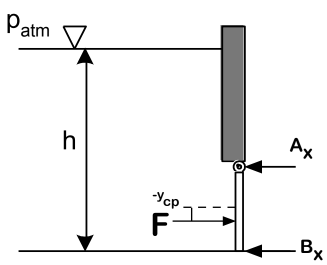
8) A comporta *AB* da figura tem 1,2 m de comprimento e 1,5 m de largura, está articulada em *A* e tem o movimento limitado pelo bloco *B*. A água está a 20 ºC. Pede-se para calcular a força sobre o bloco B e as reações em A, se a profundidade *h* é de 2,85 m. (Resp. A_x = 18063 N; B_x = 21588 N) (**)



<u>SOLUÇÃO</u>

Profundidade do centroide: $h_{cg} = 2{,}85 - \frac{1{,}2}{2} = 2{,}25m$

$\mathrm{F} = \gamma . h_{cg} . A = 9790 \cdot 2{,}25 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}5 = 39650N$



Centro de pressão:

$$I_{xx} = w\frac{{L_s}^3}{12} = 1{,}5 \cdot \frac{1{,}2^3}{12} = 0{,}216m^4$$

$$y_{cp} = -I_{xx} \cdot \frac{sen\theta}{h_{cg}A} = -0{,}216 \cdot \frac{sen90º}{2{,}25 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}5} = -0{,}0533m$$

$$x_{cp} = 0$$

Somatório dos momentos com relação ao pólo A: $B_x \cdot 1{,}2 = F \cdot \left(\frac{1{,}2}{2} + |y_{cp}|\right) \rightarrow B_x = \frac{39650 \cdot (0{,}6+0{,}0533)}{1{,}2}$

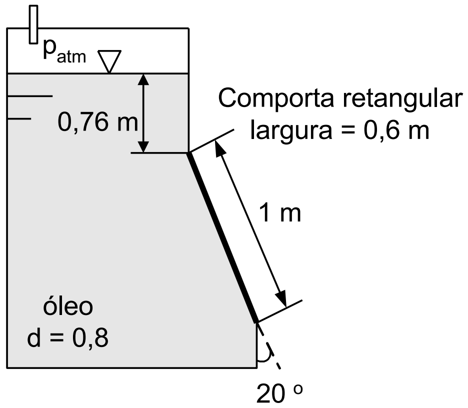
B_x = 21586 N

Somatório dos momentos com relação ao pólo B: $A_x \cdot 1{,}2 = F \cdot \left(\frac{1{,}2}{2} - |y_{cp}|\right) \rightarrow A_x = \frac{39650 \cdot (0{,}6-0{,}0533)}{1{,}2}$

A_x = 18064 N

---

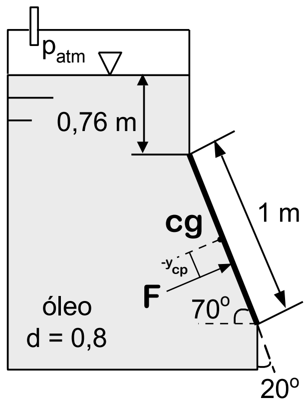
9) Para a comporta retangular da figura, pede-se para determinar a força exercida pelo óleo e seu ponto de aplicação. (indicar através de um esquema). (**)



<u>SOLUÇÃO</u>

Profundidade do centroide: $h_{cg} = 0{,}76 + \frac{1 \cdot cos20º}{2} = 1{,}23m$

$\mathrm{F} = \gamma . h_{cg} . A = 0{,}8 \cdot 9807 \cdot 1{,}23 \cdot 1 \cdot 0{,}6 = 5790N$



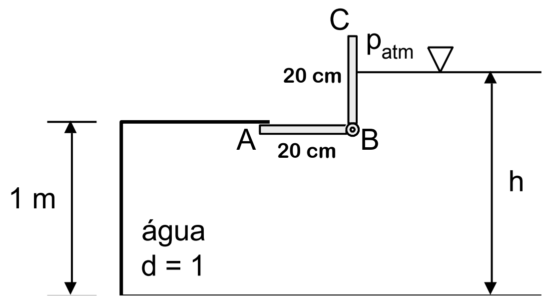
$$I_{xx} = w\frac{{L_s}^3}{12} = 0{,}6 \cdot \frac{1^3}{12} = 0{,}05m^4$$

$$y_{cp} = -I_{xx} \cdot \frac{sen\theta}{h_{cg}A} = -0{,}05 \cdot \frac{sen70º}{1{,}23 \cdot 0{,}6} = -0{,}06367m$$

$$x_{cp} = 0$$

---

10) A comporta ABC na figura tem uma dobradiça em *B* e 2 m de largura. A comporta abrirá em *A* para liberar água se a profundidade for suficientemente alta. Calcule a profundidade *h* para a qual a comporta começará a abrir. (***)

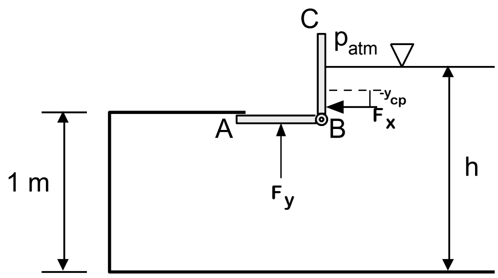


<u>SOLUÇÃO</u>

L = 20 cm

Força vertical: $F_y = \gamma(h-1)A_{AB} = \gamma(h-1)L \cdot w$

Força horizontal: $F_x = \gamma \frac{h-1}{2} A_{BC,sub} = \gamma \frac{(h-1)^2}{2} w$



Centro de pressão porção vertical BC (parte submersa):

$$I_{xx} = w\frac{{L_s}^3}{12} = \mathrm{w}\frac{(h-1)^3}{12}$$

$$y_{cp} = -I_{xx} \cdot \frac{sen\theta}{h_{cg}A} = -\mathrm{w}\frac{(h-1)^3}{12} \cdot \frac{2 \cdot sen90º}{w(h-1)^2} = -\frac{(h-1)}{6}$$

$$x_{cp} = 0$$

Somatório dos momentos com relação ao pólo B: $F_y \frac{L}{2} = F_x\left(\frac{h-1}{2} + y_{cp}\right) = F_x\left(\frac{h-1}{2} - \frac{h-1}{6}\right) = F_x \frac{h-1}{3}$

$$\gamma(h-1)L \cdot w \cdot \frac{L}{2} = \gamma \frac{(h-1)^2}{2} \cdot w \cdot \frac{h-1}{3}$$

$L^2 = \frac{(h-1)^2}{3}$ $\quad\quad \rightarrow h = \sqrt{3} \cdot L + 1$

h = 1,346 m