

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”

HIDRÁULICA: EXERCÍCIOS

Sérgio Nascimento Duarte
Prof. Dr. – Depto. de Eng. Rural

Tarlei Arriel Botrel
Prof. Livre Docente – Depto. de Eng. Rural

Raquel Aparecida Furlan
Pós-Graduanda- Depto. de Eng. Rural

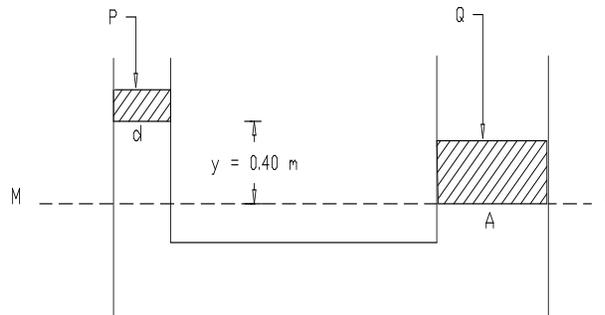
Piracicaba, 1996

Exercícios de Hidrostática - Pressões e Medidores de Pressões

- 1) Uma caixa d'água com dimensões de 1,2 m x 0,5 m x 1 m (comprimento x largura x altura) pesa 540 kgf. Qual a pressão ela exerce sobre o solo:
 - a) Vazia.
 - b) Cheia.

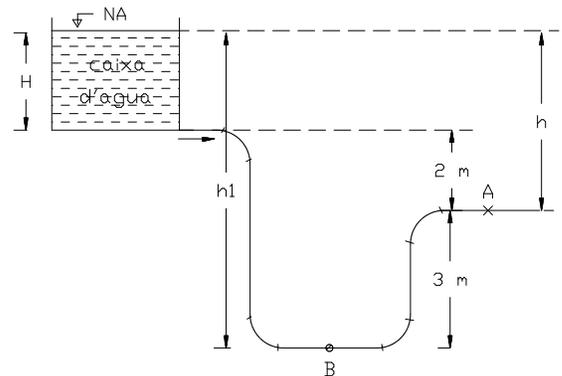
- 2) Um tubo vertical com 30 m de comprimento e 25 mm de diâmetro tem sua extremidade inferior aberta e nivelada com a superfície interna da tampa de uma caixa de 0,20 m² de seção e altura de 0,15 m, sendo o fundo horizontal. Desprezando-se os pesos do tubo e da caixa, e com ambos cheios de água, calcular:
 - a) a pressão hidrostática total sobre o fundo da caixa
 - b) a pressão total sobre o chão em que repousa a caixa

- 3) Calcular a força P que deve ser aplicada no êmbolo menor da prensa hidráulica da figura, para equilibrar a carga de 4.400 kgf colocada no êmbolo maior. Os cilindros estão cheios de um óleo com densidade $d = 0,75$ e as seções dos êmbolos são, respectivamente, 40 e 4000 cm².



- 4) Calcular a pressão (P , kgf cm⁻²) no fundo de um reservatório cheio e com 3 m de profundidade, contendo:
 - a) Água.
 - b) Gasolina (densidade $d = 0,75$).

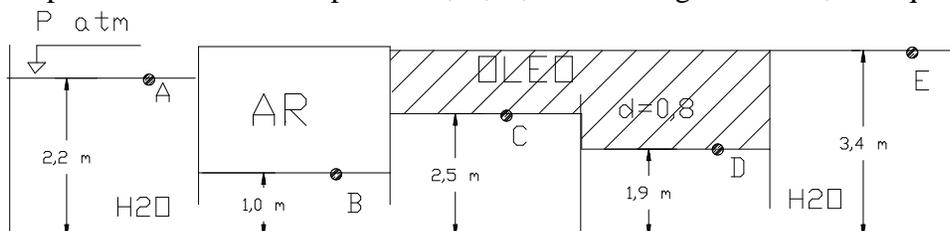
- 5) A pressão da água numa torneira fechada (A) é de 0,28 kgf cm⁻². Se a diferença de nível entre (A) e o fundo da caixa é de 2 m, calcular:
 - a) A altura da água (H) na caixa;
 - b) A pressão no ponto (B), situado 3 m abaixo de (A).



- 6) Se a pressão manométrica num tanque de óleo (peso específico = 0,80) é de 4,2 kgf cm⁻², qual a altura da carga equivalente:
 - a) Em metros de coluna de óleo (mco);
 - b) Em metros de coluna de água (mca);

- c) Em milímetros de mercúrio (mm Hg).
- 7) Um tubo vertical com 25 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento, aberto na extremidade superior, contém volumes iguais de água e mercúrio. Pergunta-se:
- Qual a pressão manométrica, em kgf cm^{-2} , no fundo do tubo?
 - Qual os pesos dos líquidos contidos nele?
- 8) Um tubo vertical longo, de 3 m de comprimento, tem a extremidade superior fechada e a inferior aberta e imersa 1,2m num tanque d'água. Desprezando a pressão do vapor, qual será o nível d'água no tubo, abaixo do nível no tanque? ($P_{\text{atm}}=10,33 \text{ mca}$).
- 9) Ao nível do mar, qual a pressão relativa (P_{rel} , em kgf cm^{-2}) à profundidade de 1,2 m, num líquido de densidade $d = 1,5$, submetido a pressão absoluta de gás equivalente a 0,4 atmosferas físicas?
- 10) Qual a pressão absoluta e relativa a 10 m de profundidade em água do mar ($d = 1,024$), sendo que a leitura do barômetro de mercúrio ($d = 13,6$) é igual a 758 mm?
- 11) A pressão atmosférica de uma dada localidade (pressão barométrica) é de 740 mm Hg. Expressar a pressão manométrica de $0,25 \text{ kgf cm}^{-2}$, de forma relativa e absoluta, nas seguintes unidades:
- kgf m^{-2}
 - Pascal e (kPa)
 - bárias (e bar)
 - kgf cm^{-2}
 - mca
 - atmosfera física
 - atmosfera técnica
 - PSI
 - mm Hg
- 12) Um barômetro de mercúrio marca 735 mm. Ao mesmo tempo, outro, no alto de uma montanha, marca 590 mm. Supondo o peso específico do ar constante e igual a $1,125 \text{ kgf m}^{-3}$, qual é a diferença de altitude?

- 13) Determinar as pressões relativas nos pontos A, B, C, D e E da figura abaixo, em equilíbrio.



- 14) Dadas as figuras A, B, C, D, E, e F, pede-se:

- Na figura A, determinar a pressão em "m" quando o fluido A for água, o fluido B mercúrio, $Z = 380 \text{ mm}$ e $Y = 750 \text{ mm}$.

- b) Na figura B, determinar o valor de Z , sabendo-se que o fluido A é óleo ($d = 0,80$), o fluido B bromofórmio ($d = 2,87$), $Y = 2,40$ m e a pressão em "m" é 2795 kgf m^{-2} .
- c) Na Fig. C, calcular a pressão em "m", quando o fluido A for água, o fluido B tetracloreto de carbono ($d = 1,5$), $Z = 559$ mm e $Y = 300$ mm.
- d) Na Fig. D, determinar a altura de carga em metros de coluna de óleo (mco) quando o fluido A for óleo ($d = 0,90$), o fluido B tetracloreto de carbono ($d = 1,5$), o fluido C for água, $Z = 600$ mm e $Y = 1,00$ m.
- e) Na figura E, sendo os fluidos A e C ar e o fluido B água, para $Z = 450$ mm, determinar a pressão relativa e a pressão absoluta (em mca), supondo normais as condições atmosféricas.
- f) Na Fig. F, sendo os fluidos A e C ar e o fluido B mercúrio para $Z = 125$ mm, calcular as pressões manométricas e absoluta (em mca).

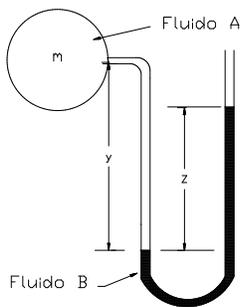


Fig. A

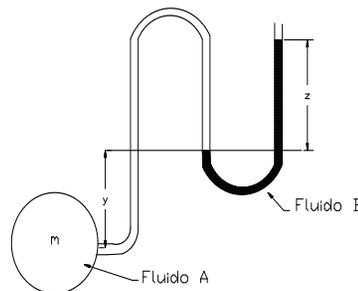


Fig. B

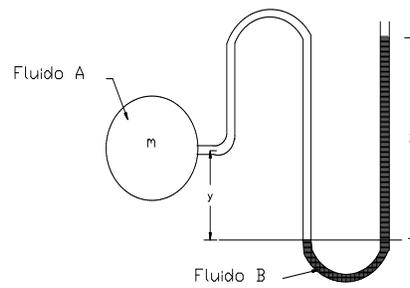


Fig. C

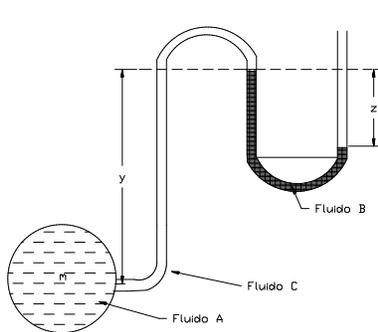


Fig. D

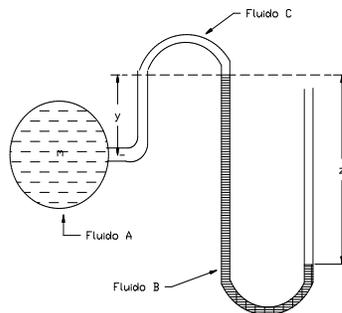


Fig. E

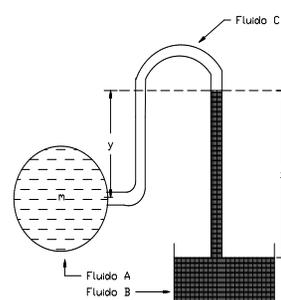
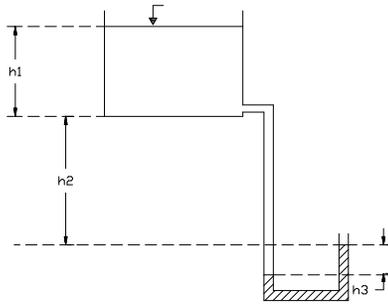
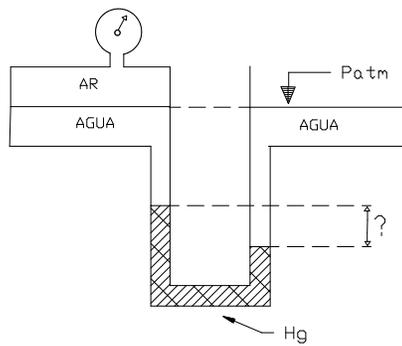


Fig. F

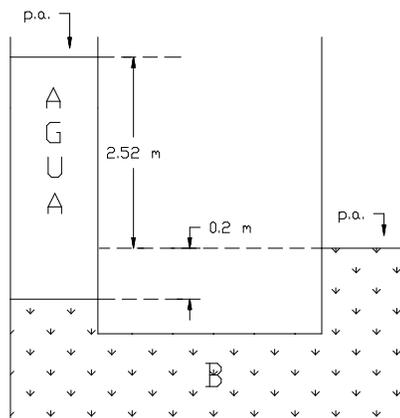
- 15) Um manômetro diferencial de mercúrio (peso específico 13600 kgf m^{-3}) é utilizado como indicador do nível de uma caixa d'água, conforme ilustra a figura abaixo. Qual o nível da água na caixa (h_1) sabendo-se que $h_2 = 15$ m e $h_3 = 1,3$ m.



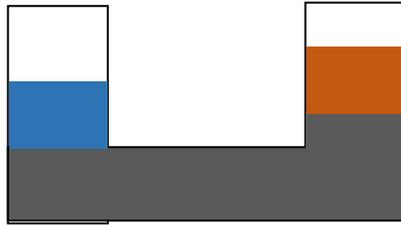
- 16) O manovacuômetro metálico da figura assinala uma pressão de -508 mm Hg . Sabendo-se que as superfícies d'água nos reservatórios encontram-se a mesma cota, calcular o desnível que apresenta o mercúrio no manômetro diferencial.



- 17) Qual o peso específico do líquido (B) do esquema abaixo:

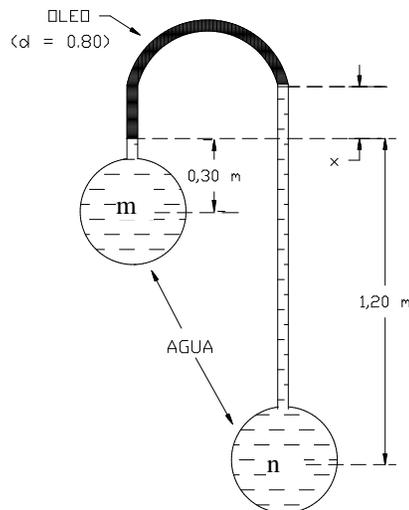


- 18) Um tubo em “U”, cujas extremidades se abrem na atmosfera, está cheio de mercúrio na base. Num ramo, uma coluna d’água eleva-se 750 mm acima do menisco, no outro, uma coluna de óleo ($d = 0,80$) tem 450 mm acima do menisco. Qual a diferença entre as superfícies livres de água e óleo?



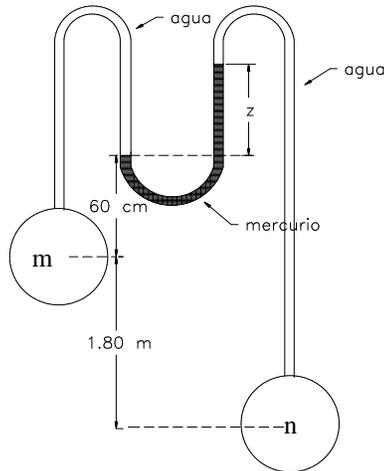
- 19) Dada a figura abaixo, pede-se:

- Calcular a altura de carga diferencial, em mca, entre “m” e “n”, quando “x” for 80 mm.
- Calcular “x”, para a diferença de pressão entre “m” e “n”, de $0,1 \text{ kgf cm}^{-2}$ ($P_n - P_m = 0,1 \text{ kgf cm}^{-2}$)
- Se a pressão no ponto “m” for de $1,5 \text{ kgf cm}^{-2}$, qual a correspondente em “n”, quando “x” = $0,200\text{m}$?



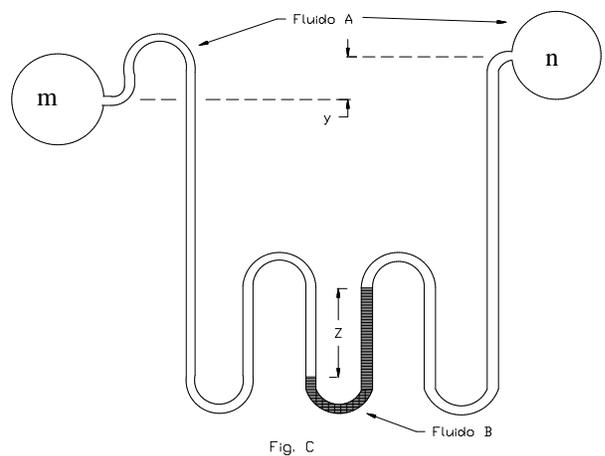
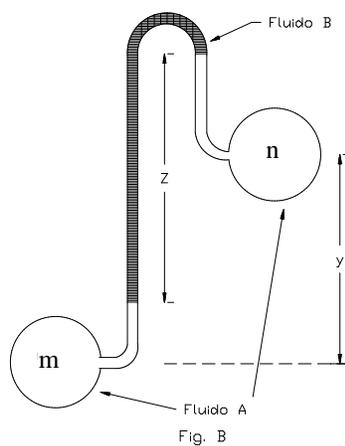
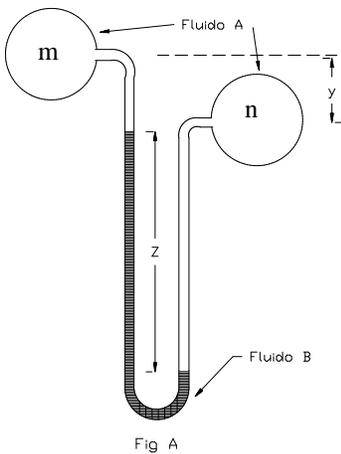
20) Dada a figura abaixo, pede-se:

- Calcular o valor de "z", quando a diferença de pressão entre "m" e "n" for de $0,7 \text{ kgf/cm}^2$? ($P_m - P_n = 0,7 \text{ kgf/cm}^2$).
- Se "z" = 0,25 m, calcular seu novo valor para um aumento de pressão igual a $0,35 \text{ kgf/cm}^2$, mantendo-se a pressão constante em "n".

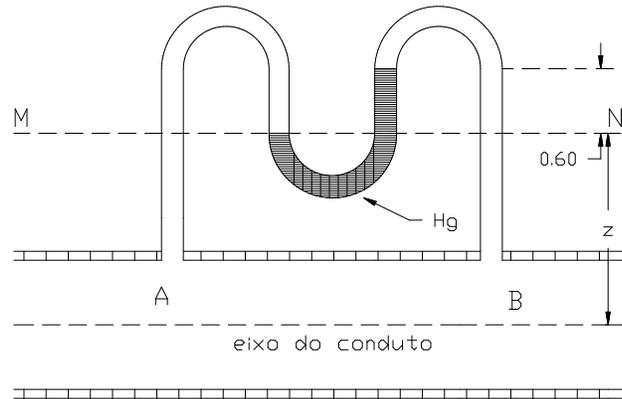


21) Dadas as figuras A, B, C, pede-se:

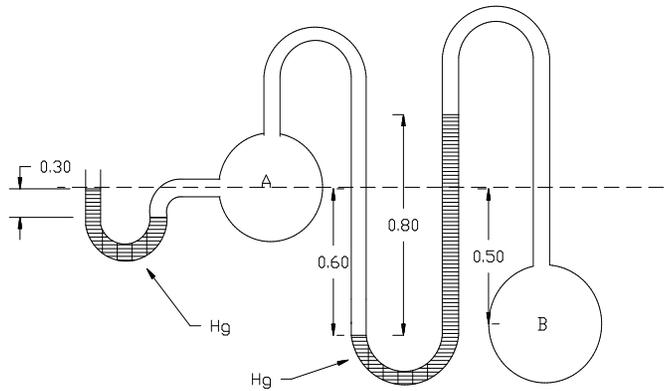
- Na Fig. A, o fluido A é água, o fluido B é mercúrio, $x = 450 \text{ mm}$ e $Y = 0,90 \text{ m}$. Calcular a diferença de pressão.
- Na figura B, o fluido A é água, o fluido B, é óleo ($d = 0,85$) $x = 680 \text{ mm}$ e $Y = 680 \text{ mm}$. Calcular a diferença de pressão.
- Na Fig. C, o fluido A é água, o fluido B mercúrio, $x = 450 \text{ mm}$ e $Y = 1,50 \text{ m}$. Calcular a diferença de pressão entre "m" e "n".



- 22) Calcular a diferença das pressões a montante e jusante do diafragma, de acordo com a indicação do manômetro diferencial do esquema abaixo. Líquido em escoamento (água) líquido manométrico (mercúrio).



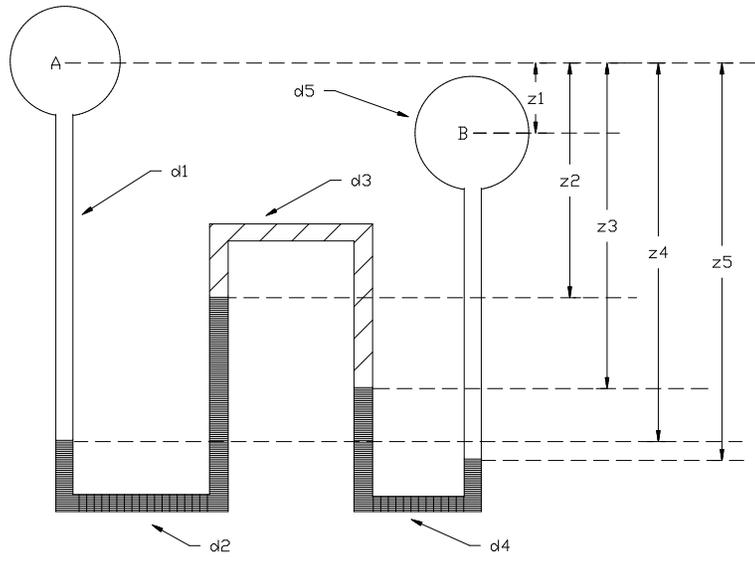
- 23) Na figura abaixo, o tubo A contém óleo ($d=0,80$) e o tubo B, água. Calcular as pressões em A e em B.



- 24) A figura abaixo apresenta esquematicamente um manômetro diferencial. Pede-se a diferença de pressões entre os pontos A e B em Pascal, conhecendo-se os seguintes dados de densidades e alturas:

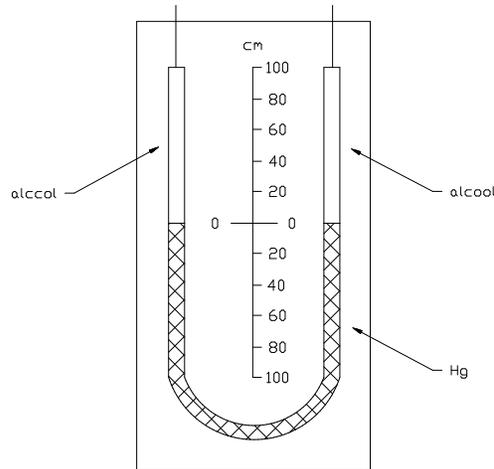
$$d_1 = d_5 = 1 \quad d_2 = 13,6 \quad d_3 = 0,8 \quad d_4 = 1,2$$

$$z_1 = 1.0 \text{ m} \quad z_2 = 2.0 \text{ m} \quad z_3 = 2.5 \text{ m} \quad z_4 = 5.0 \text{ m} \quad z_5 = 6.0 \text{ m}$$



25) O manômetro diferencial esquematizado na figura abaixo é constituído de um tubo transparente de 5 m de comprimento e 1 cm de diâmetro, 2m de fita graduada e uma tábua como suporte. Estime:

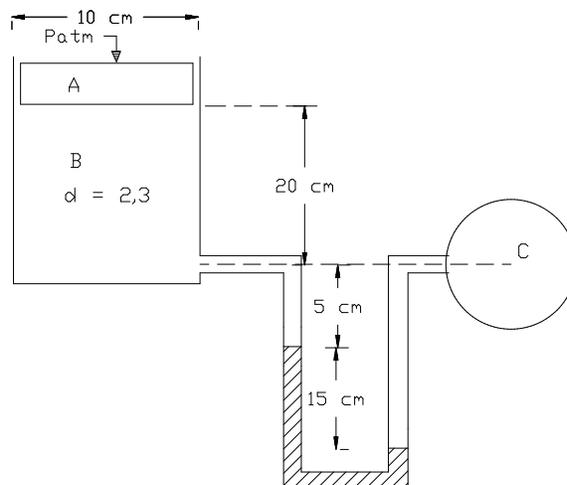
- Quantos kgf de mercúrio serão necessários como líquido indicador.
- Qual será a diferença máxima de pressão em kgf cm^{-2} que o aparelho poderá avaliar satisfatoriamente, caso seja acoplado a uma canalização que conduz álcool ($d = 0,8$).



26) Na figura abaixo o corpo A representa um êmbolo de 10 cm de diâmetro e peso 15 kgf, o qual pressiona o líquido B de densidade $d = 2,3$. Este, por sua vez, está em conexão com um manômetro diferencial que utiliza um líquido indicador de massa específica $1386,34 \text{ kgf m}^{-4} \text{ s}^2$. Sabendo que o líquido fluente pelo conduto C tem peso específico $0,82 \text{ kgf L}^{-1}$, pede-se a pressão absoluta em C, em kgf cm^{-2} .

($g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$).

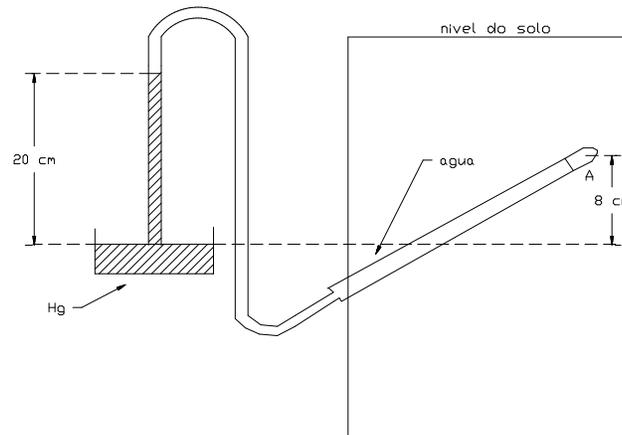
($P_{\text{atm}} = 10,33 \text{ mca}$)



27) Dado o tensiômetro esquematizado abaixo, determinar:

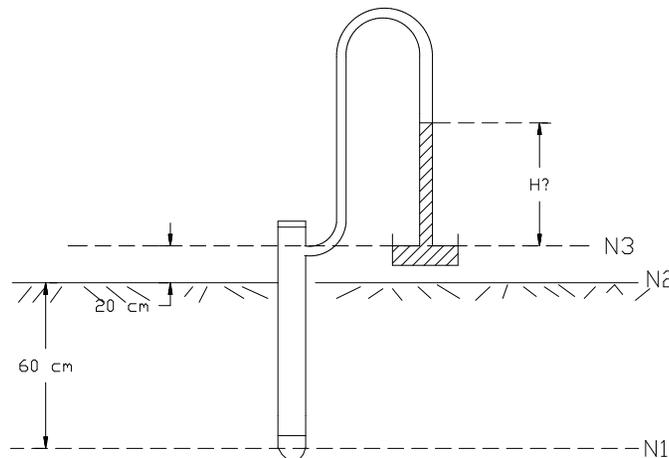
- O potencial matricial (tensão) no ponto A em atmosferas técnicas (atm).
- Para um potencial matricial igual a tensão de 0,008 atm, qual o valor da leitura da coluna de mercúrio?

$$d_{H_2O} = 1,0 \quad d_{Hg} = 13,6$$



28) Determinar a altura de mercúrio (h) para cada um dos níveis do lençol da figura abaixo:

- N₁
- N₂
- N₃



RESPOSTAS

- 900 kgf m⁻²
 - 1 900 kgf m⁻²
- 30 150 kgf m⁻²
 - 223,5 kgf m⁻²
- 42,8 kgf
- 0,3 kgf cm⁻²
 - 0,225 kgf cm⁻²
- 0,8 m
 - 0,58 kgf cm⁻²

- 6) a) 52,5 mco (m.c. óleo) b) 42,0 mca c) 3088 mm Hg
- 7) a) 0,219 kgf cm⁻² b) H₂O (73,6 g*), Hg (1 kgf)
- 8) 95 cm
- 9) - 0,44 kgf cm⁻²
- 10) P_{abs} = 20.549 kgf m⁻²; P_{rel} = 10 240 kgf m⁻²
- 11) P. relativas: a) 2500 kgf/m² b) 24.525 Pa = 24,525 kPa c) 245.250 bárias = 0,24525 bar
 d) 0,25 kgf/cm² e) 2,5 mca f) 0,242 atm. fis.
 g) 0,25 atm. tec. h) 3,557 PSI i) 184 mm Hg
- P. absoluta: a) 12.564 kgf m⁻² b) 123196 pascal = 123,196 kPa c) 1,23 x 10⁶ bárias = 1,23 bar
 d) 1,256 kgf cm⁻² e) 12,564 mca f) 1,216 atm. fis.
 g) 1,256 atm. tec. h) 17,87 PSI i) 924 mm Hg
- 12) 1 753 m
- 13) PA = 0; PB = 1200 kgf m⁻²; PC = -300 kgf m⁻²; PD = 180 kgf m⁻²; PE = - 1320 kgf m⁻².
- 14) a) 4 418 kgf m⁻² b) 305 mm c) 538.5 kgf m⁻² d) 0,11 mco (óleo)
 e) P. rel. = - 0,45 mca P. abs. = 9,88 mca
 f) P. rel. = - 1,7 mca P. abs. = 8,63 mca
- 15) 1,38 m
- 16) 54,8 cm
- 17) 13 600 kgf m⁻³
- 18) 0,27 m ou 27 cm
- 19) a) 0,916 mca b) 50 cm c) 15940 kgf m⁻²
- 20) a) 69,8 cm b) 52,8 cm
- 21) a) 6 570 kgf m⁻² b) 578 kgf m⁻² c) 7 170 kgf m⁻²
- 22) 7,56 mca.
- 23) PA = 3 840 kgf m⁻² PB = -5 860 kgf m⁻²
- 24) 355122 Pa ou 355,122 kPa
- 25) a) 3,2 kgf b) 2,56 kgf cm⁻²
- 26) 1,47 kgf cm⁻²
- 27) a) - 0,26 atm. b) 0 cm
- 28) a) 6,35 cm b) 1,59 cm c) 0 cm

Fontes de Consulta:

- Hidráulica (King; Wisler e Woodburn)
- Curso de Hidráulica (Eurico Trindade Neves)
- Hidráulica Geral I (Justo Moretti Filho)