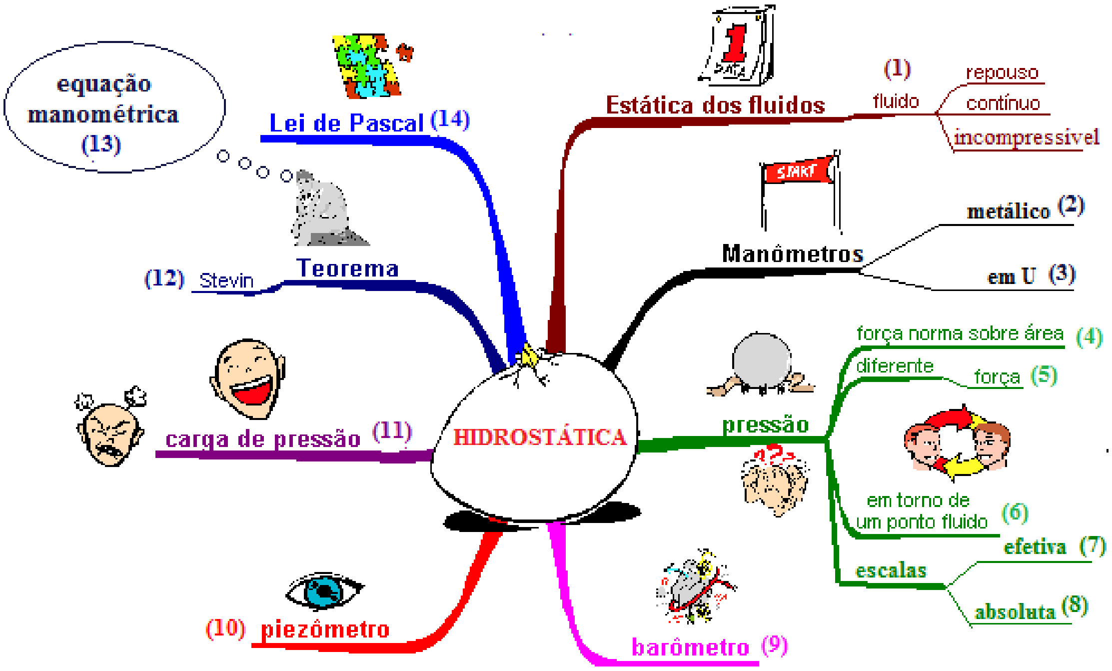


(1) Hidrostática: estudo dos fluidos incompressíveis (ρ = cte), contínuos e em repouso e do qual devemos conhecer algumas propriedades:

- Massa específica: $\rho = \frac{m}{V}$.
- Peso específico: $\gamma = \frac{G}{V}$.
- Relação entre peso específico e massa específica: $\gamma = \rho \times g$
- Massa específica relativa: $\rho_R = \frac{\rho}{\rho_{padrão}}$, para líquidos a massa específica padrão é a da água a 4^0C ($\rho_{água\ 4^0C} = 1000 \frac{kg}{m^3}$) e para os gases é a massa específica do ar nas condições normais de pressão e temperatura e para determina-la devemos reescrever a equação de Clapeyron: $p \times V = n \times R \times T \Rightarrow \frac{p}{\rho} = R_{gás} \times T$, no caso do ar, temos:

$$R_{ar} = 287 \frac{m^2}{s^2 \times K}.$$

(2) Manômetro metálico tipo Bourdon determina pressão manométrica (p_m) que é sinônimo de pressão efetiva: $p_m = p_{int} - p_{ext}$

(3) Manômetro em forma de U determina uma diferença de pressões e neste caso o valor é o mesmo na escala efetiva e absoluta

(4) Conceito de pressão média: $p = \frac{|F_N|}{A}$.

(5) Importante saber que a pressão é diferente de força.

(6) Pressão em torno de um ponto fluido na escala efetiva: $p = \gamma \times h$

(7) Escala efetiva de pressão é aquela que adota como zero da escala a pressão atmosférica local, nesta escala podemos ter pressão positiva, nula e negativa, sendo a sua mínima pressão $-p_{atm_{loca}}$ que corresponde a pressão no vácuo absoluto.

(8) Escala absoluta de pressão é a escala real da pressão e é aquela que adota como zero o vácuo absoluto, portanto nesta escala só existem pressões positivas teoricamente ainda podemos ter a pressão nula que corresponderia a pressão no vácuo absoluto. Importante: $p_{absoluta} = p_{efetiva} + p_{atm_{local}}$.

(9) Barômetro determina a pressão atmosférica local, que também é denominada de pressão barométrica ou leitura barométrica: $p_{atm} = h \times \gamma_{Hg}$**.**

(10) Piezômetro é um tubo de vidro graduado que permite a leitura de carga de pressão (h).

(11) Carga de pressão: $h = \frac{p}{\gamma}$**.**

(12) Teorema de Stevin: a diferença de pressão entre dois pontos fluidos pertencentes a um fluido contínuo, incompressível e em repouso é igual ao produto do seu peso específico pela diferença de cotas entre os pontos: $p_2 - p_1 = \gamma \times \Delta h$**.**

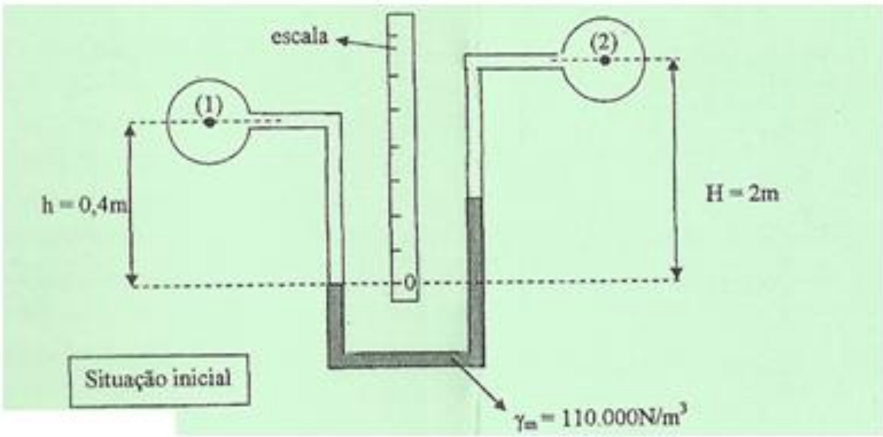
(13) Equação manométrica que é uma regra prática utilizada para determinar a diferença de pressão entre dois pontos fluidos, para aplicá-la entre dois pontos adotamos um deles como origem e a pressão que atua neste ponto

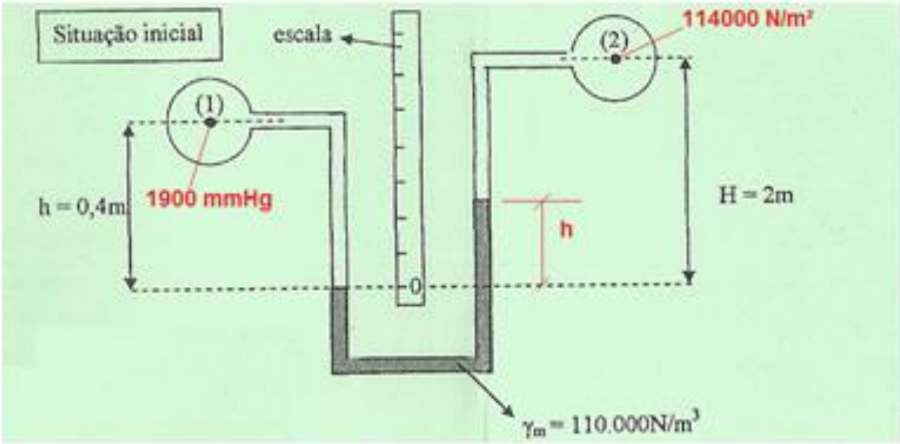
somamos o produto ($\gamma \times h$) das colunas descentes e subtraímos o produto ($\gamma \times h$) das colunas ascendentes e igualamos a expressão obtida com a pressão que age no ponto não adotado como origem.**

(14) Lei de Pascal: a pressão aplicada em um ponto fluido pertencente a um fluido incompressível, continuo e em repouso é aplicada igualmente a todos os demais pontos.

Exercícios

Um manômetro diferencial é instalado entre dois condutos por onde escoa o mesmo fluido, de massa específica 800 kg/m³, como mostra a figura. A pressão no tubo (2) é constante e igual a 114 kPa. Quando, numa primeira situação p_1 = 1900 mmHg, o nível do fluido manométrico na coluna esquerda coincide com o zero da escala. Determinar a altura do fluido manométrico, na coluna da direita, em relação ao zero da escala, quando a pressão em (1) aumenta para 2280 mm Hg ($\gamma_{Hg} = 1{,}36 \times 10^5$ N/m³)





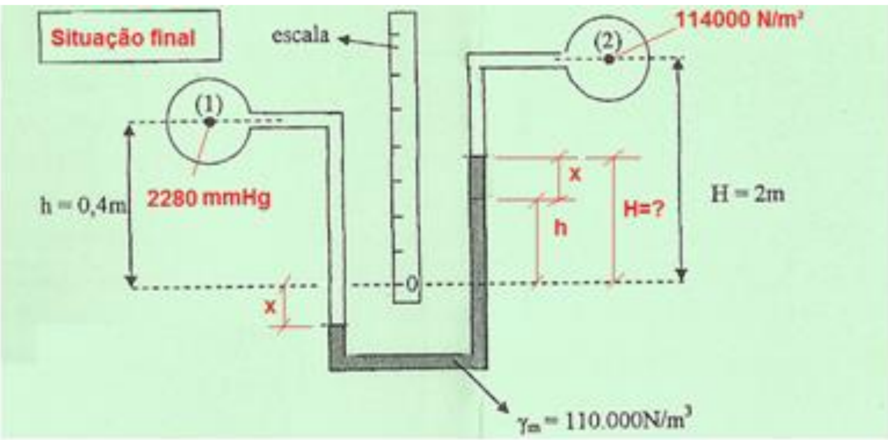
Aplica-se a equação manométrica de (1) a (2), adotando-se como origem (1):

$$\mathbf{p_1 + \gamma \times 0,4 - \gamma_m \times h - \gamma \times (2 - h)) = p_2}$$

$$\therefore \frac{1900}{1000} \times 1,36 \times 10^5 + 8000 \times 0,4 - 110000 \times h - 8000 \times (2 - h) = 114000$$

$$258400 + 3200 - 110000 \times h - 16000 + 8000h = 114000$$

$$131600 = 102000h \Rightarrow h = \frac{131600}{102000} \cong 1,29m$$



Aplica-se a equação manométrica de (1) a (2), adotando-se como origem (1):

$$\frac{2280}{1000} \times 1,36 \times 10^5 + 8000 \times (0,4 + x) - 110000 \times (1,29 + 2x) - 8000 \times (2 - 1,29 - x) = 114000$$

$$310080 + 3200 + 8000x - 141900 - 220000x - 5680 + 8000x = 114000$$

$$51700 = 204000x \therefore x = \frac{51700}{20400} \cong 0,253m$$

$$H = h + x = 1,29 + 0,253 = 1,543m$$

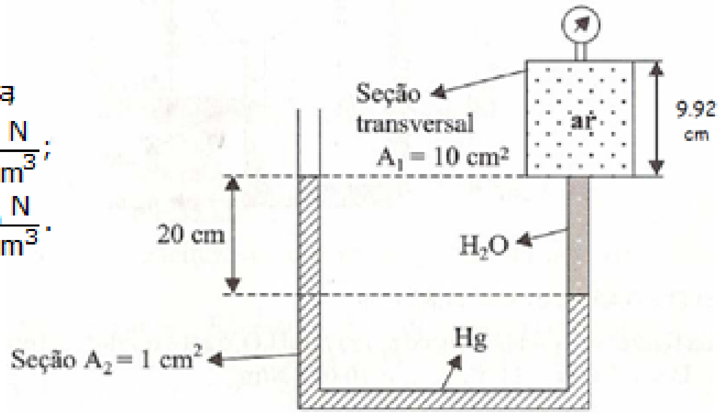
2.14 – A figura mostra o ar contido num recipiente, inicialmente a 100 ^{0}C. O ar é resfriado e a água do manômetro sobe 0,5 cm para dentro do recipiente.
(a) Qual é a leitura inicial do manômetro em Pa?
(b) Qual é a leitura final do manômetro em Pa?
(c) Qual é a temperatura final em ^{0}C?

Dados:

$p_{atm} = 100kPa$

$\gamma_{H_2O} = 10000\frac{N}{m^3}$;

$\gamma_{Hg} = 136000\frac{N}{m^3}$.

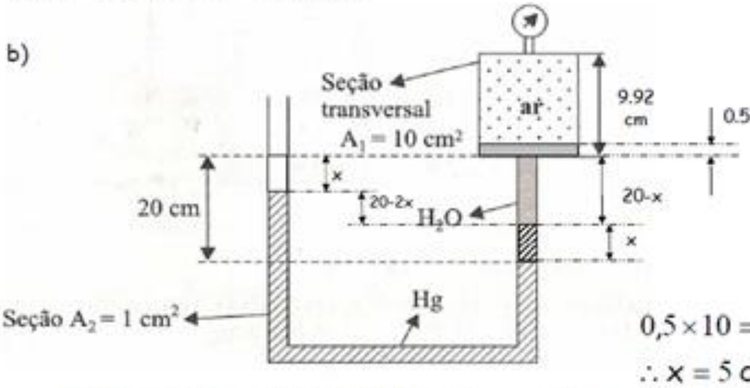


Resolução

a) $0{,}20 \times 136000 - 0{,}20 \times 10000 = p_{ar_{inicial}} = p_{mi}$

$\therefore p_{mi} = 25200 \text{ Pa} = 25{,}2 \text{ kPa}$

b)



$0{,}5 \times 10 = x$

$\therefore x = 5 \text{ cm}$

$0{,}10 \times 136000 - 0{,}155 \times 10000 = p_{ar_{final}} = p_{mf}$

$\therefore p_{mf} = 12050 \text{ Pa} = 12{,}05 \text{ kPa}$

Continuação da resolução do 2.14

$$\frac{p_i V_i}{T_i} = \frac{p_f V_f}{T_f}$$

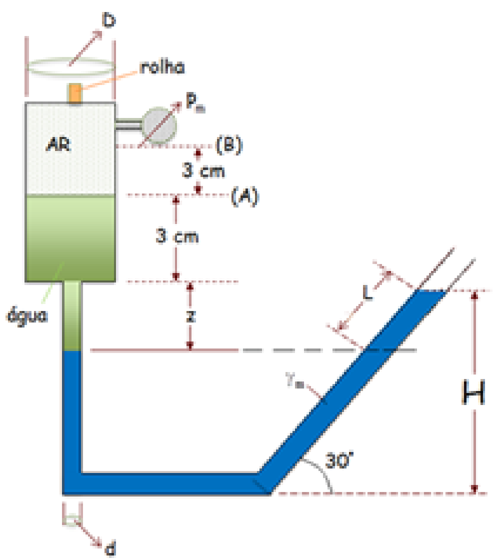
$$\frac{(25200+100000)\times 10\times 9{,}92}{(273+100)} = \frac{(12050+10000)\times 10\times (9{,}92-0{,}5)}{(273+t_f)}$$

$$t_f \cong 44^{\circ}C$$

Outro de prova

Na figura, a superfície da água está em (A), pois neste nível a pressão absoluta do ar é de 104 kPa. Nesta condição a leitura L é de 68 cm, a leitura no manômetro metálico é de 0,8 mca e a cota z de 25 cm. Ao retirar a rolha, a superfície da água passa para o nível (B). Sendo o peso específico da água de 10 N/L, o peso específico do mercúrio de 136 N/L e o diâmetro do reservatório D = 13 cm. Pede-se:

a. Qual o peso específico do fluido manométrico (γ_m)?
b. Qual a leitura barométrica local em mmHg?
c. Se na condição da figura (com a rolha), a cota H = 65 cm; qual será a nova cota H quando se retirar a rolha?
d. Qual o diâmetro do tubo manométrico d?



VAMOS INICIAR RESOLVENDO O ITEM B E PARA TAL EVOCAMOS O CONCEITO DE PRESSÃO MANOMÉTRICA (p_m)

p_m = é a pressão registrada em um manômetro metálico ou de Bourdon a qual encontra-se na escala efetiva, a escala que adota como zero a pressão atmosférica local, que também é chamada de pressão barométrica.

$$p_m = p_{int} - p_{ext}$$

$$p_{ext} = p_{atm} = 0$$

$$\therefore p_m = p_{int} = p_{ar} = 0{,}8\text{mca}$$

VAMOS ANALISAR A UNIDADE mca!

A unidade metro de coluna d'água é uma unidade de carga de pressão (h), portanto para a determinação da pressão basta multiplicar a carga de pressão pelo peso específico do fluido considerado que no caso é a água.

$$\gamma_{H_2O} = 10\frac{N}{L} = 10\frac{N}{10^{-3}m^3} = 10000\frac{N}{m^3}$$

$$p_{ar} = h \times \gamma_{H_2O} = 0{,}8 \times 10000$$

$$p_{ar} = 8000\frac{N}{m^2}(\text{ou Pa})$$

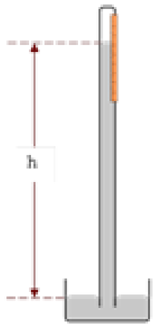
PARA OBTERMOS A PRESSÃO ATMOSFÉRICA LOCAL EVOCAMOS A RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO NA ESCALA ABSOLUTA E A PRESSÃO NA ESCALA EFETIVA, OU SEJA:

$$p_{absoluta} = p_{efetiva} + p_{atm_{local}}$$

$$p_{ar_{abs}} = p_{ar} + p_{atm_{local}}$$

$$104000 = 8000 + p_{atm_{local}}$$

$$p_{atm_{local}} = 96000 \frac{N}{m^2} \text{ (ou Pa)}$$



Para se obter a leitura barométrica basta evocarmos o barômetro

$$\gamma_{Hg} = 136 \frac{N}{L} = 136 \frac{N}{10^{-3} m^3} = 136000 \frac{N}{m^3}$$

$$96000 = 136000 \times h$$

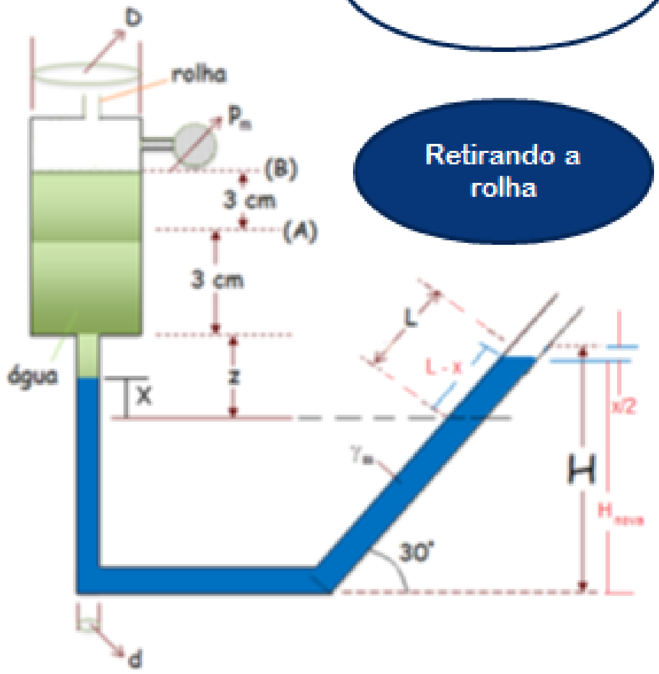
$$h = \frac{96000}{136000} \cong 0,706 \text{mHg}$$

$$\text{Como } 1\text{m} = 1000\text{mm, temos:}$$

$$h = 0,706 \times 1000 = 706 \text{mmHg}$$

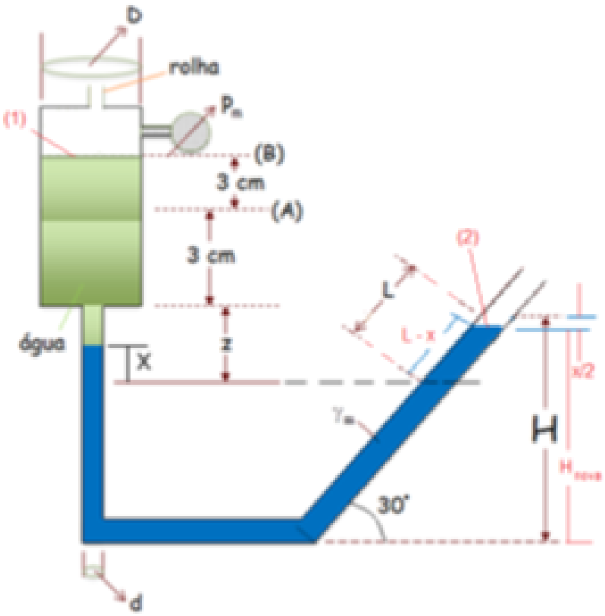
RESOLVENDO
O ITEM C

Retirando a
rolha



Não pode haver variação de volume do líquido.

Portanto o volume que subiu no reservatório de diâmetro D é igual ao volume que subiu em d.



Para facilitar a solução deste item, vamos evocar o conceito de equação manométrica. Equação manométrica é uma regra pratica para se obter a diferença de pressão entre dois pontos fluidos e para aplicá-la devemos:

1. escolher dois pontos;
2. adotar um deles como origem e ir para o outro somente na vertical e horizontal;
3. marcando a pressão que atua na origem a ela soma-se os γ x h descentes e subtrai-se os γ x h ascendente e a expressão obtida iguala-se à pressão que age no ponto não adotado como origem.

Aplica-se a equação manométrica de (1) a (2) adotando a origem em (1)

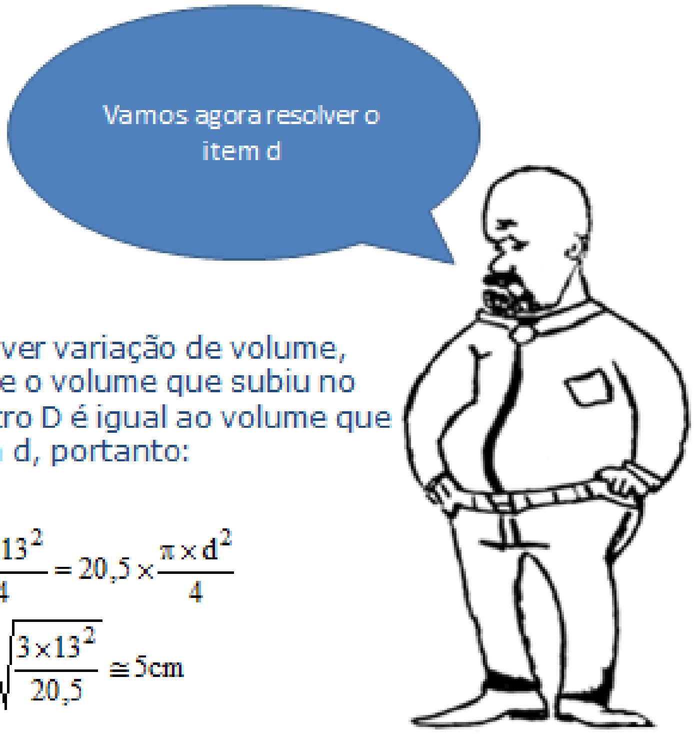
$$p_1 + 0{,}06 \times \gamma_{H_2O} + (z - x) \times \gamma_{H_2O} - (L - x) \times \text{sen}30 \times \gamma_m = p_2$$

$$p_1 = p_2 = p_{atm_{local}} = 0 \Rightarrow \text{escala efetiva}$$

$$0{,}06 \times 10000 + (0{,}25 - x) \times 10000 - (0{,}68 - x) \times 0{,}5 \times 31764{,}7 = 0$$

$$x = \frac{7699{,}998}{37647{,}05} \cong 0{,}205\text{m} = 20{,}5\text{cm}$$

$$H_{nova} = H - \frac{x}{2} = 65 - \frac{20{,}5}{2} = 54{,}75\text{cm}$$



Já que não pode haver variação de volume, podemos afirmar que o volume que subiu no reservatório de diâmetro D é igual ao volume que subiu em d, portanto:

$$3 \times \frac{\pi \times 13^2}{4} = 20{,}5 \times \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{3 \times 13^2}{20{,}5}} \cong 5\text{cm}$$