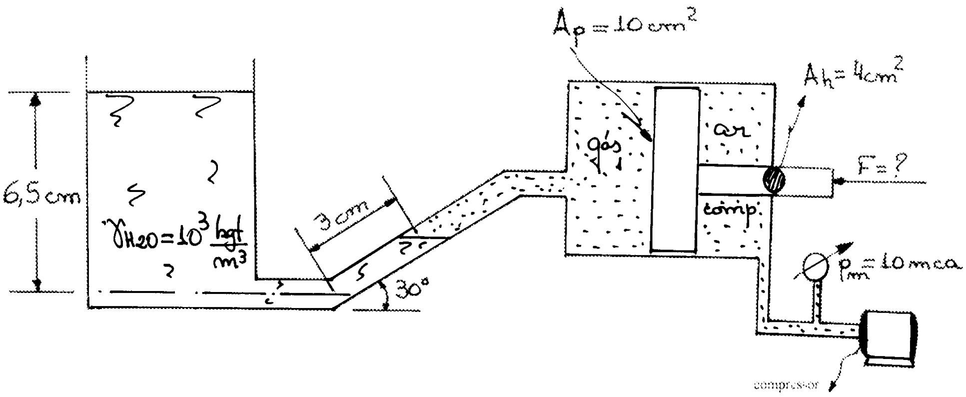
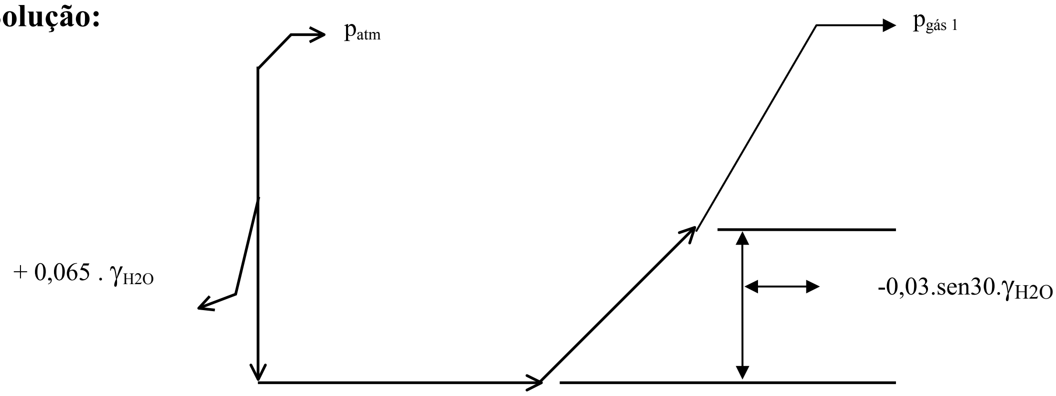
2.14.3 Exercícios resolvidos

2.14.3.1 Pede-se o módulo da força que deve ser aplicada na haste do pistão esquematizado abaixo, para que o mesmo permaneça em equilíbrio. Dê o seu valor nos sistemas SI e CGS.



Solução:

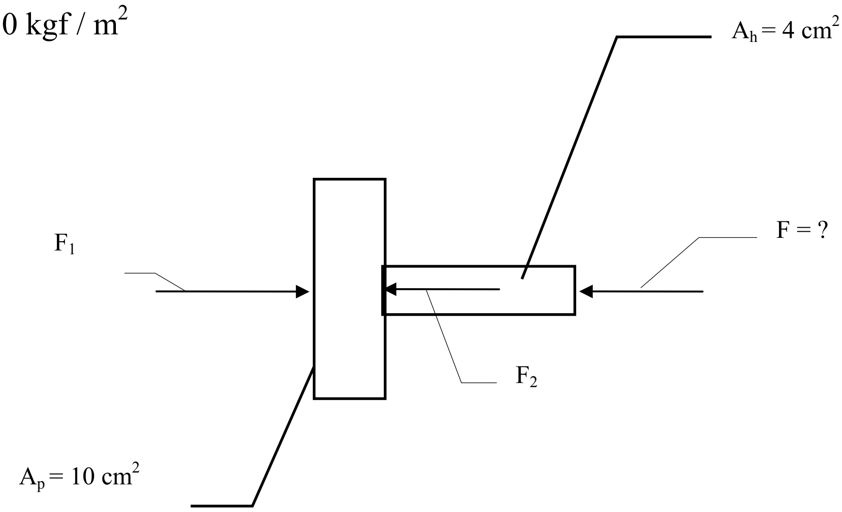


$p_{atm} + 0{,}065 \,.\, \gamma_{H2O} \;\; - 0{,}03.\text{sen}30.\gamma_{H2O} \; = P_{gás\ 1}$

Considerando escala efetiva, temos:

$0 + 0{,}065 \,.\, 10^3 \;\; - 0{,}03.\ 0{,}5 \,.\, 10^3 = P_{gás\ 1}$

$P_{gás\ 1} = 50\ kgf / m^2$



$F_1 = P_{gás\ 1} \ .\ A_p = 50\ .\ 10^{-3}\ kgf$

$F_2 = p_{ar\ comp.}\ .\ (A_p - A_h) = 10000\ .\ (10^{-3} - 4.10^{-4}) = 6\ kgf$

Condição de equilíbrio: $F_1 = F_2 + F\ \therefore$ $\boxed{F = -5{,}95\ kgf}$

O sinal negativo indica que o sentido real é contrário ao adotado.

Como 1kgf = 9,8 N e 1N = 10^5 dina, temos:

SI $\rightarrow$ F = 58,31 N

CGS $\rightarrow$ F = 58,31 . 10^5 dina

2.14.3.2 O dispositivo esquematizado a seguir foi elaborado para ampliação de uma força. Na situação representada pela figura, ao aplicar-se uma força F = 20 N, sustenta-se um peso Ge = 100 N.

Dados:

$\gamma_r = 0{,}85$; $\gamma_{H2O} = 9810\ N / m^3$; d = 5 cm ; De = 25 cm

a) Equacione o problema e comprove o valor da força F;

b) Desejando-se reduzir a intensidade da força F a metade, apresentou-se duas alternativas:

1°) duplicar a área do pistão (Ap)
2°) reduzir a área da haste à metade (Ah/2)

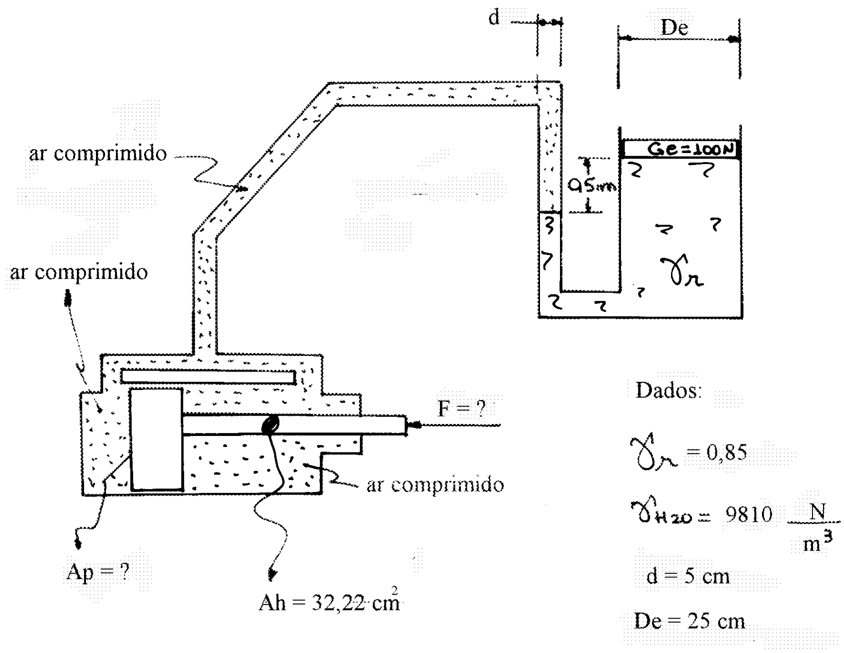
Mantendo-se os demais dados, analise as duas alternativas e de seu parecer sobre elas;

c) Adicionando-se um peso G = 20 N sobre Ge e eliminando-se por alguns instantes a força F observou-se que o êmbolo desceu z = 1 cm, alterando a cota de 0,5 m, antes de aplicarmos uma nova força F = 14,32 N que restabeleceu o equilíbrio. Equacione, mostre as alterações das cotas e comprove o valor da força F.

d) Se ao invés do pistão ter descido, houvesse subido z = 1 cm, afirma-se que teríamos um aumento da força F. Comprove esta afirmação, calculando o valor da força F para a nova situação de equilíbrio.

Considere Gtotal = Ge + G = 120 N

Observação: Considera-se Ah = 32,22 cm² na solução, tanto no item c como do item d..



Solução:

a) $p_1 - p_2 = \gamma \times h$

$p_{ar\ comp.} - p_e = \gamma_r \times \gamma_{H2O} \times h$

$$p_{ar\ comp.} = \gamma_r \times \gamma_{H2O} \times h + \frac{G_e}{A_e}$$

pelo conceito clássico de pressão => $p = \frac{Fn}{A}$ $\therefore$ $Fn = p \times A$ e pela estática dos fluidos => $\sum F_{corpo} = 0$ $\therefore$ $F_1 = F_2 + F$, onde:

$F_1 = p_{ar\ comp.} \times A_p$

$F_2 = p_{ar\ comp.} \times (A_p - A_h)$

$p_{ar\ comp.} \times A_p = p_{ar\ comp.} \times (A_p - A_h) + F$

$F = p_{ar\ comp.} \times A_h$

$$P_{ar\ comp.} = \gamma_r \times \gamma_{H2O} \times h + \frac{G_e}{A_e} = 0,85 \times 9810 \times 0,5 + \frac{100}{\frac{\pi \times 0,25^2}{4}}$$

$p_{ar\ comp.} = 6.206,43\ N/m^2$

$F = 6.206,43 \times 32,22 \times 10^{-4}$ => $\boxed{F = 20\ N}$

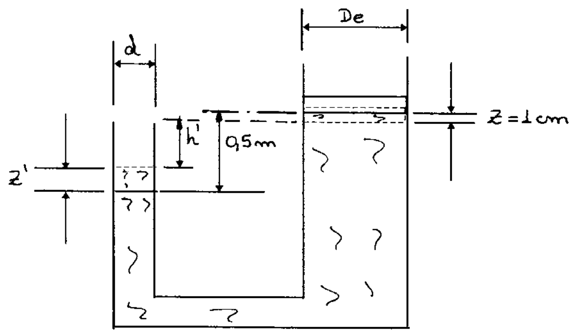
b) 1°) duplicar a área do pistão :
Como a força F não depende de Ap ($F = p_{ar\ comp.} \times A_h$), somente a sua duplicação não acarreta nenhuma alteração.
2°) reduzir a área da haste à metade ($A_h/2$) do item a)

$F = p_{ar} \times A_h$

$F = 6206,43 \times 32,22 \times 10^{-4} / 2$

$\boxed{F = 10\ N \Rightarrow \text{o.k.! a proposição está correta.}}$

c) $G_e' = G_e + 20\ N = 120\ N \Rightarrow$ êmbolo desceu z = 1 cm ∴ irá alterar as demais cotas



$h' = h - z - z' = 0,5 - 0,01 - z'$

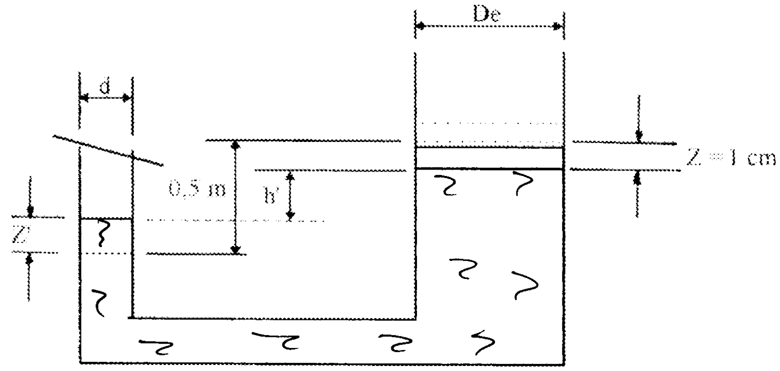
$$z \cdot \frac{\pi . D^2_e}{4} = z' \cdot \frac{\pi . d^2}{4} \quad \therefore \quad 0,01 \cdot \frac{\pi .25^2}{4} = z' \cdot \frac{\pi .5^2}{4} \quad \therefore \quad \boxed{z' = 0,25m}$$

$h' = 0,5 - 0,01 - 0,25 \quad \therefore \boxed{h' = 0,24\ m}$

$$p'_{ar} = \gamma_R \cdot \gamma_{H2O} \cdot h' + \frac{120}{\frac{\pi.0{,}25^2}{4}} = 0{,}85 \cdot 9810 \cdot 0{,}24 + \frac{120}{\frac{\pi.0{,}25^2}{4}} \quad \therefore \; p'_{ar} = 4445{,}86 \text{ N/m}^2$$

$$F' = p_{ar} \cdot A_h = 4445{,}86 \cdot 32{,}22 \cdot 10^{-4} \quad \therefore \; \boxed{F' = 14{,}32 \text{ N}} \quad \text{c.q.d.}$$

d) $G_e = 120$ N e o êmbolo subiu z = 1cm :



$$h' = h + z + z' = 0{,}50 + 0{,}01 + z'$$

$$z \cdot D_e^2 = z' \cdot d^2 \quad \therefore \; 0{,}01 \cdot 25^2 = z' \cdot 5^2 \quad \therefore \; \boxed{z' = 0{,}25 \text{ m}}$$

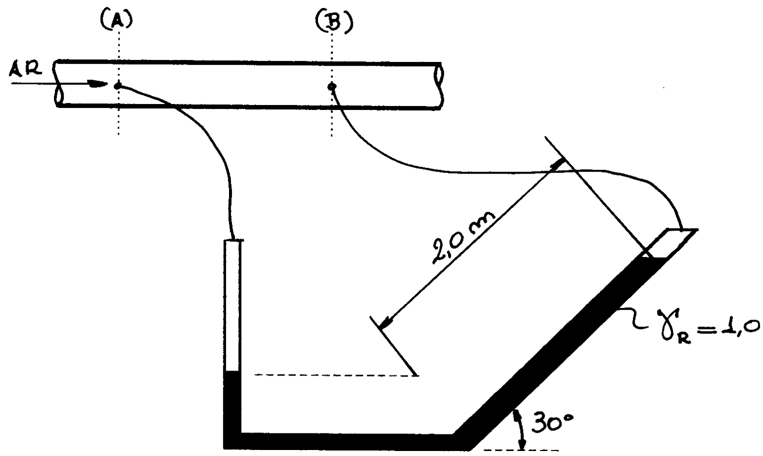
$$\therefore \; \boxed{h' = 0{,}76 \text{ m}}$$

$$p_{ar} = \frac{120}{\frac{\pi.0{,}25^2}{4}} + 0{,}85 \cdot 9810 \cdot 0{,}76 \quad \therefore \; \boxed{p_{ar} = 8781{,}88 \text{ N/m}^2}$$

$$F = p_{ar} \cdot A_h = 8781{,}88 \cdot 32{,}22 \cdot 10^{-4} \quad \therefore \; \boxed{F = 28{,}30 \text{ N}}$$

$\therefore$ comprovado que houve aumento da força.

2.14.3.3 Considerando uma linha de ar comprimido instalada em um local de altitude de 3600 m e desejando determinar a variação de pressão entre duas seções de seu escoamento, instalou-se o manômetro diferencial esquematizado a seguir.



a) Na situação representada a variação de pressão obtida foi de 1,42 psi (psi=lbf/pol^2). Equacione e comprove este valor.

b) Se a linha de ar comprimido estivesse em um local de altitude igual a 13200 m, qual seria o valor da variação de pressão mencionada no item anterior.

c) Considerando a existência de um barômetro no local descrito no item b), qual seria a sua leitura em mm Hg.

Solução:

a) $p_A - p_B = \gamma \,.\, h = \gamma_R \,.\, \gamma_{H2O} \,.\, 2 \,.\, \text{sen } 30^\circ = 1,0 \,.\, 1000 \,.\, 2 \,.\, 0,5$

$\therefore\ p_A - p_B = 1000\ kgf/m^2$

$10330\ kgf/m^2 \Leftrightarrow 14,7\ psi$

$\therefore\ x = 1,42$ psi , o que implica dizer que a resposta está certa.

$1000\ kgf/m^2 \Leftrightarrow x$

b) Como o que foi determinado é uma variação de pressão ($p_A - p_B$) não teríamos nenhuma variação do valor lido no item a).

c) $p_z = 0,235 \,.\, e^{\left[-\frac{-9,81}{287.218}.(13200-10668)\right]}$

$\therefore\ p_z = 0,158$ atm.

$760\ mm\ Hg \Leftrightarrow 1$ atm.

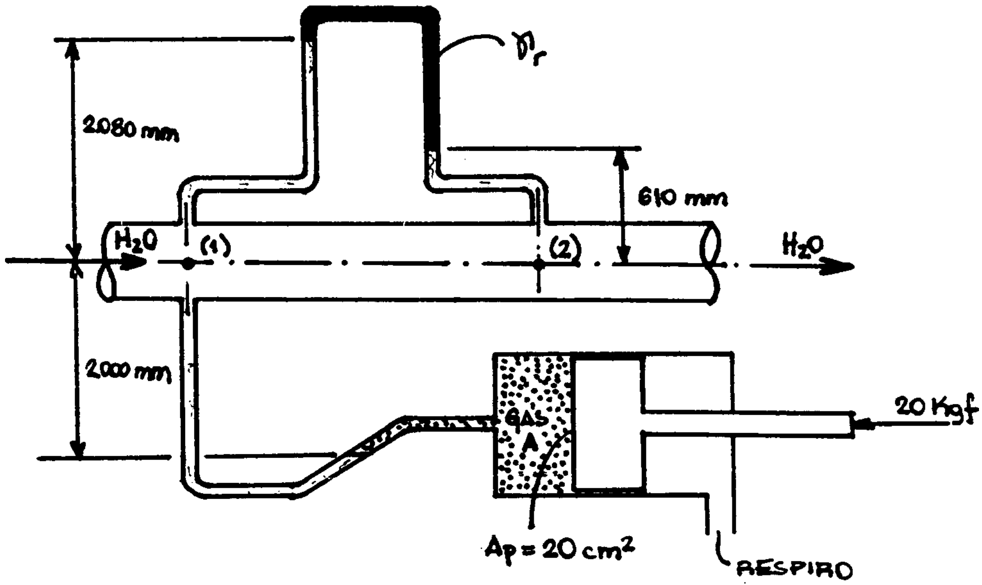
$\therefore\ x = 120,1\ mm\ Hg$

$x \Leftrightarrow 0,158$ atm.

2.14.3.4 Deseja-se instalar um dispositivo que opera com uma pressão mínima de 7 mca na seção (2) do esquema abaixo. Para verificar se é viável ou não instalá-lo, pergunta-se:

a) Qual a diferença de pressão $p_1 - p_2$?
b) Qual o valor da pressão do gás A?
c) Qual é a pressão p_1 ?
d) Qual a pressão p_2 ?

Dados: $\gamma_{H2O} = 10^3$ kgf/m^3 e $\gamma_R = 0{,}68027$.



Solução:

a) $p_1 - 2{,}08 \cdot \gamma_{H2O} + 1{,}47 \cdot \gamma_{H2O} \cdot \gamma_R + 0{,}61 \cdot \gamma_{H2O} = p_2$

$p_1 - 2{,}08 \cdot 1000 + 1{,}47 \cdot 1000 \cdot 0{,}68027 + 0{,}61 \cdot 1000 = p_2$

$p_1 - p_2 = 470$ kgf/m^2

b) $P_{\text{gás A}} = \dfrac{F}{A} = \dfrac{20}{20.10^{-4}}$

$P_{\text{gás A}} = 10^4$ kgf/m^2

c) $p_1 + 2.\ \gamma_{H2O} = P_{\text{gás A}}$

$p_1 + 2 \cdot 1000 = 10000$

$p_1 = 8000$ kgf/m^2

d) $p_1 - p_2 = 470$

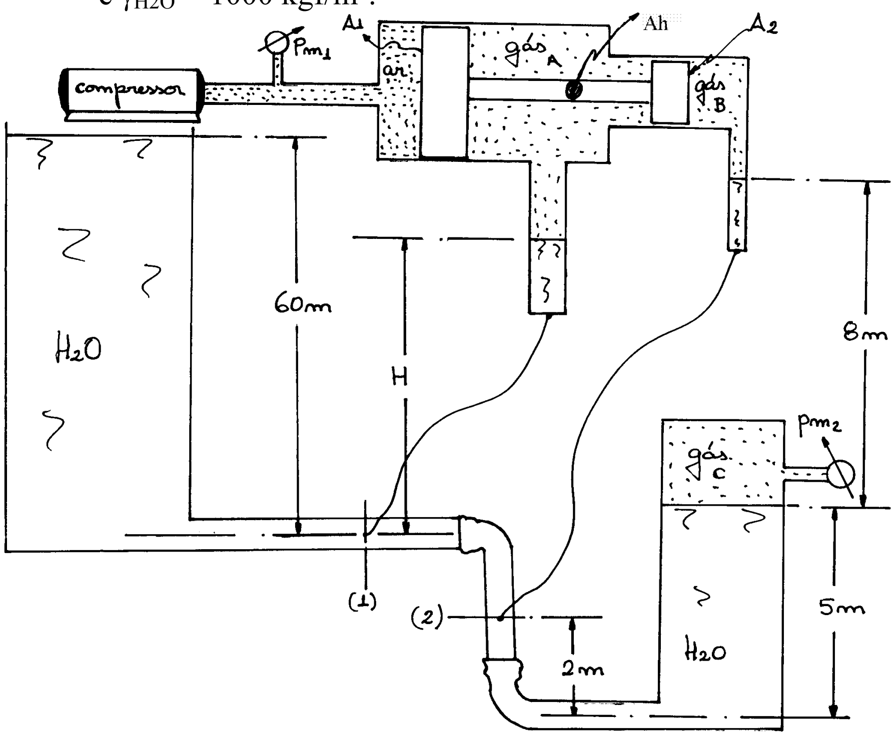
$8000 - p_2 = 470$

$p_2 = 7530\ kgf/m^2 = 7{,}53\ mca \quad \therefore$ pode ser instalado o dispositivo.

2.14.3.5 Sabendo-se que para o dispositivo esquematizado abaixo, os pistões encontram-se em repouso e não existe o escoamento d'água, pede-se:

a) a força F_1 que age na área frontal do pistão (1);
b) a pressão na seção (2);
c) a pressão do gás B;
d) a pressão do gás A;
e) a altura H.

Dados: $p_{m\,1} = 30$ mca; $A_1 = 10\ cm^2$; $p_{m\,2} = 15$ mca; $A_2 = 5\ cm^2$; $A_h = 2\ cm^2$ e $\gamma_{H2O} = 1000\ kgf/m^3$.



a) $F_1 = p_1 . A_1 = p_{m\,1} . A_1 = 30 . 10^3 . 10 .10^{-4}$

$\therefore$ $F_1 = 30$ kgf

b) $P_{gás\ C} + \gamma_{H2O} . 5 - \gamma_{H2O} . 2 = p_2$

$15 . 1000 + 1000 . 5 - 1000 . 2 = p_2$

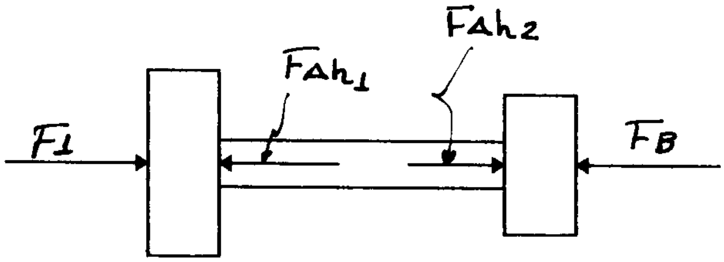
$\therefore$ $p_2 = 18000$ kgf / m^2

c) $p_2 - \gamma_{H2O} . h = P_{gás\ B}$

$18000 - 1000 . 11 = P_{gás\ B}$

$\therefore$ $P_{gás\ B} = 7000$ kgf/m^2

d)



Como o sistema encontra-se em equilíbrio, podemos escrever que:

$F_1 + F_{Ah\,2} = F_B + F_{Ah\,1}$

$F_B = P_{gás\ B} . A_2 = 7000 . 5.10^{-4} = 3,5$ kgf

$\therefore$ $30 - P_{gás\ A} . (A_1 - A_h) + P_{gás\ A} . (A_2 - A_h) - 3,5 = 0$

$30 - P_{gás\ A} . 8.10^{-4} + P_{gás\ A} . 3.10^{-4} - 3,5 = 0$

$5.10^{-4} . P_{gás\ A} = 26,5$

$\therefore$ $P_{gás\ A} = 53000$ kgf/m^2