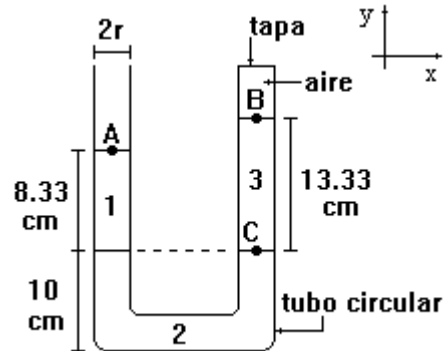


## Gradiente de presión

### Ejercicios propuestos

1. Se tiene un manómetro diferencial que está cerrado en una de sus ramas como lo muestra la figura. Con base en ello, determine:

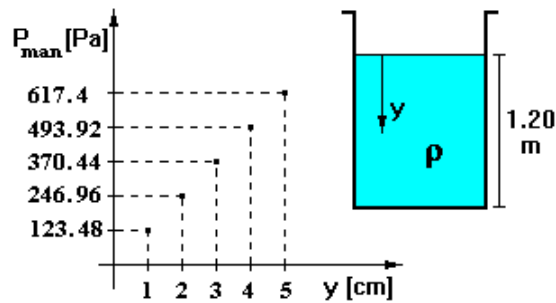
- La presión absoluta en el punto A.
- La presión manométrica en el punto B.
- La presión absoluta en el punto C.
- La fuerza neta que actúa sobre la tapa del tubo. Considere las presiones inferior y superior en la tapa.



$$\begin{aligned} \rho_1 &= 1\,000 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ \rho_2 &= 2\,600 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ \rho_3 &= 300 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ \rho_{\text{Hg}} &= 13\,589 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ P_{\text{atm}} &= 580 \text{ mm de Hg} \\ g &= 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]} \\ r &= 1 \text{ [cm]} \end{aligned}$$

2. En cierto laboratorio de física y en un recipiente como el mostrado en la figura se realizaron mediciones de presión manométrica (con referencia a la presión atmosférica) a profundidades diversas; los resultados experimentales se muestran en la gráfica. El recipiente contenía 315 kg de glicerina y ocuparon un volumen de 250 dm<sup>3</sup>; pruebas posteriores más amplias permiten afirmar que el modelo matemático obtenido en la gráfica tiene validez hasta el fondo del tanque. Determine:

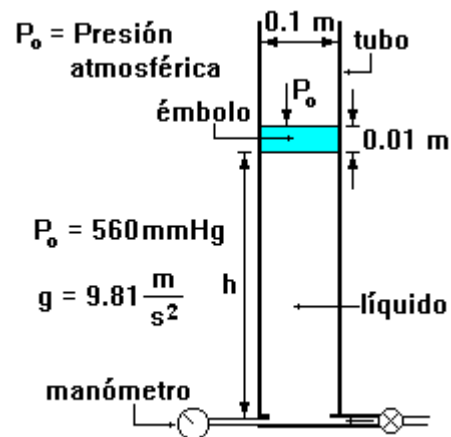
- El valor de la densidad de la glicerina en unidades del SI.
- El módulo del peso específico de la glicerina en el SI.
- El módulo de la aceleración de la gravedad en el lugar en que se realizó el experimento.
- La presión manométrica en el fondo del recipiente.



3. Para un experimento de hidrostática se construyó el dispositivo que se muestra en la figura. Consiste en un tubo de sección circular con la parte superior abierta y un émbolo de masa  $m$  que se desplaza en su interior sin fricción. Al nivel de la base del tubo está la entrada de un líquido que se inyecta a presión y eleva el émbolo hasta 5 m a partir de la base. Para las posiciones de “ $h$ ” indicadas en la tabla, con el sistema en reposo, se registraron los datos de presión correspondientes. Con base en ello, determine:
- El modelo matemático que relaciona a la presión  $P$  en función de la altura  $h$ .
  - El significado físico de la pendiente y el líquido del cual se trata.
  - La masa del émbolo.

$h$ [m]	$P_m$ [Pa]
0	1 249
1	9 599
2	17 949
3	26 299
4	34 649
5	42 999

Sustancia	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
Agua	1 000
Aceite	850
Mercurio	13 600

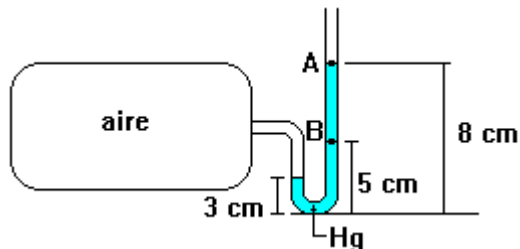


4. En la figura se muestra un tanque de aire a presión, al cual se le conecta un manómetro diferencial en forma de U, éste utiliza como fluido manométrico mercurio, con base en esto determine:
- La presión absoluta en el fondo del tubo en U.
  - La presión manométrica del aire contenido en el tanque.
  - La presión absoluta en el punto A.
  - La presión manométrica en el punto B.

$$\rho_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

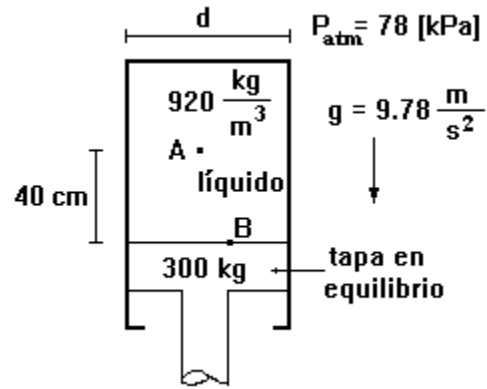
$$P_{\text{atm}} = 77 \times 10^3 \text{ [Pa]}$$

$$g = 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$$



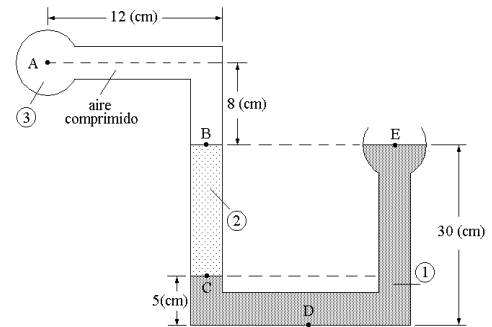
5. El cilindro que muestra la figura tiene 60 cm de diámetro ( $d$ ). La tapa es de 300 kg, la densidad del líquido en el cilindro es de  $920 \text{ kg/m}^3$ , la presión atmosférica de 78 kPa y la aceleración de la gravedad de  $9.78 \text{ m/s}^2$ . Con base en ello determine:

- a) La presión absoluta en el punto B.
- b) La presión absoluta en el punto A.



6. La figura muestra dos recipientes, uno de ellos está abierto a la atmósfera. Los recipientes están conectados entre sí por medio de un tubo en el cual se encuentran tres fluidos. Si se sabe que la presión manométrica en el punto D es 3 022 [Pa], que la aceleración gravitatoria del lugar es 9.78 [m/s<sup>2</sup>] y que la presión atmosférica local es 75 800 [Pa], determine:

- a) La densidad del fluido 1.
- b) La presión absoluta en el punto C.
- c) La densidad, la magnitud del peso específico y el volumen específico del fluido 2.
- d) La presión manométrica en el punto A, considerando que la densidad del aire es despreciable.
- e) La lectura, en cm, que tendría un barómetro de mercurio en esta localidad.



$$\delta_2 = 0.68 ; \quad \delta_{\text{Hg}} = 13.595$$

$$\rho_{\text{agua}} = 10^3 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

7. En una refinería ocurre una emergencia y debido a ello se vierten agua, aceite y gasolina en un contenedor (abierto por la parte superior) destinado únicamente para gasolina. El medidor situado en el fondo del contenedor indica “lleno”. Sabemos que el contenedor se llena con una masa de  $9.72 \times 10^4$  [kg] de gasolina, tomando en cuenta los datos que se proporcionan y la figura, determine:

- a) El radio de la base.
- b) La presión manométrica en el fondo del tanque.
- c) La altura de gasolina que contiene en este momento el tanque (en función de  $\pi$ ).
- d) La presión absoluta en el fondo del tanque si la presión atmosférica en el lugar es de 760 [mm de Hg].

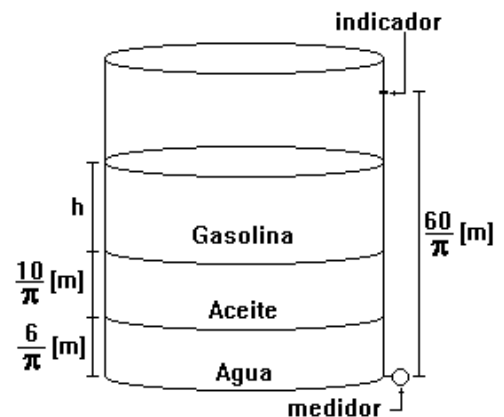
$$\rho_{\text{gasolina}} = 720 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_{\text{aceite}} = 880 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_{\text{agua}} = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_{\text{mercurio}} = 13600 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$g = 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$



8. En el cenote de Chichén Itzá se realizaron mediciones de profundidad y presión absoluta, obteniéndose el modelo matemático siguiente:

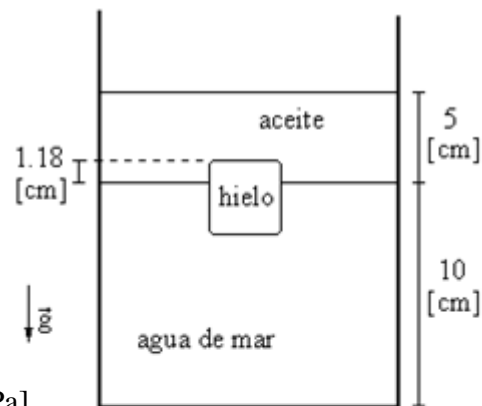
$$P_{\text{abs}} = 10\,290 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right] h [\text{m}] + 101,292.8 [\text{Pa}]$$

Si consideramos que el cenote se encuentra al nivel del mar ( $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ), calcule:

- La densidad del agua contenida en el cenote.
- El peso y el volumen específicos del agua contenida en el cenote.
- La presión atmosférica del lugar citado.
- La presión manométrica para una profundidad de 10 [m].
- La altura  $h$  que registraría un barómetro de Torricelli si se sabe que la densidad del mercurio es  $\rho_{\text{Hg}} = 13,600 [\text{kg/m}^3]$ .

9. En un recipiente abierto a la atmósfera, un cubo de hielo de 3 [cm] de lado, flota en la frontera entre aceite y agua de mar con su superficie superior 1.18 [cm] por encima de la frontera como se muestra en la figura correspondiente. Con base en la información antes mencionada y tomando en cuenta que en dicho experimento las temperaturas de las sustancias son iguales y que se realizó en un laboratorio del D. F., determine, en el SI:

- La presión manométrica en la superficie superior del cubo de hielo.
- La densidad relativa y el peso específico del agua de mar.
- El peso del cubo de hielo.
- La presión absoluta en el fondo del tanque.
- El volumen específico del aceite.



$$\begin{aligned} \rho_{\text{hielo}} &= 920 [\text{kg/m}^3] & P_{\text{atm}} &= 77 [\text{kPa}] \\ \rho_{\text{aceite}} &= 750 [\text{kg/m}^3] & g &= 9.78 [\text{m/s}^2] \\ \rho_{\text{agua de mar}} &= 1030 [\text{kg/m}^3] \\ \rho_{\text{agua}} &= 1000 [\text{kg/m}^3] \end{aligned}$$

10. En el interior de una cámara presurizada para investigación, situada muy por encima del nivel del mar, se tiene aire a una presión absoluta de 77 000 [Pa], en el interior se tiene un barómetro de glicerina y un tanque de helio (He) comprimido. La cámara tiene conectada en la parte derecha un manómetro en U, como se muestra en la figura, cuyo líquido manométrico es benceno. Con base en la figura y en la información proporcionada, determine, en el SI:

- La altura  $a$  si el barómetro emplea glicerina.
- La presión absoluta a la que está el helio.
- La presión atmosférica del lugar, es decir la presión en el punto E.

- d) El peso específico del benceno, así como su expresión dimensional.  
 e) La presión relativa, con respecto a la presión del aire de la cámara, del punto G.

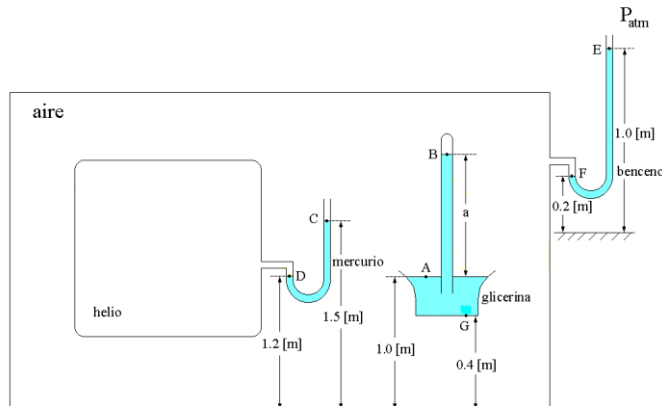
$$\rho_{\text{glicerina}} = 1\,260 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_{\text{agua}} = 10^3 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_{\text{mercurio}} = 13\,600 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\delta_{\text{benceno}} = 0.9$$

$$g = 9.76 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

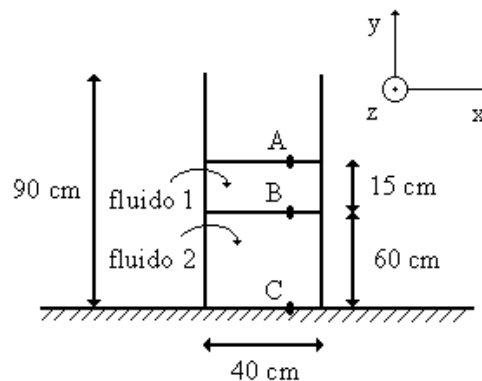


11. En un recipiente cilíndrico de 20 [cm] de diámetro y 1.20 [m] de altura se vierten agua líquida, cuya densidad es 990 [kg/m<sup>3</sup>] y aceite comestible, cuya densidad es 870 [kg/m<sup>3</sup>]. Si la masa de las dos sustancias suma 34.7 [kg] y el recipiente queda completamente lleno, determine:

- a) La masa de cada sustancia.  
 b) El módulo del vector peso específico del aceite si  $g = 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$ .  
 c) Las alturas de agua y del aceite en el recipiente, en [cm].  
 d) La presión manométrica, en [kPa] en la interfase entre los dos líquidos.  
 e) La profundidad, medida a partir de la boca de recipiente donde la presión absoluta es 84 [kPa] si la presión atmosférica del lugar es 77 050 [Pa].

12. En un tanque de base cuadrada de 40 [cm] de lado y altura de 90 [cm] se tienen dos líquidos inmiscibles, es decir, que no se mezclan. Un barómetro en ese lugar indica 650 [mm] de Hg, la aceleración gravitatoria del lugar es 9.8 [m/s<sup>2</sup>]. Con base en ello y en la figura, determine, en el SI:

- a) La presión manométrica en el punto B.  
 b) La densidad del fluido 2 si la presión manométrica en el punto C es 5.842 [kPa]  
 c) La masa de cada uno de los líquidos.  
 d) El vector peso específico del fluido 1 y su volumen específico.  
 e) La presión absoluta en el punto A.

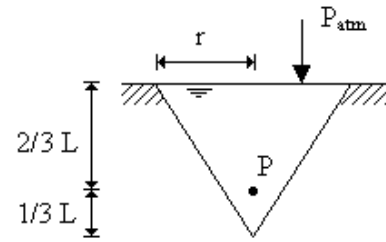


$$\delta_{\text{fluido 1}} = 0.65$$

$$\delta_{\text{Hg}} = 13.595$$

$$\rho_{\text{agua}} = 10^3 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

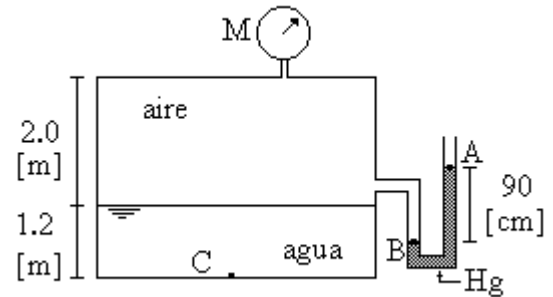
13. Un recipiente en forma de cono invertido con altura  $L = 21$  [cm] y radio  $r = 10$  [cm], abierto en la parte superior a la atmósfera, está completamente lleno de agua. Si la densidad de este líquido es  $10^3$  [kg/m<sup>3</sup>], la presión atmosférica local es  $P_{atm} = 77\ 000$  [Pa] y la aceleración gravitatoria del lugar es  $9.78$  [m/s<sup>2</sup>], determine:



- La presión manométrica a  $2/3$  de  $L$  de profundidad; es decir, en el punto  $P$ .
- La masa de agua que se requirió para llenar el cono.

14. En la figura se muestra un tanque que contiene agua y aire. El manómetro diferencial, en forma de U, contiene mercurio. Determine, en el SI:

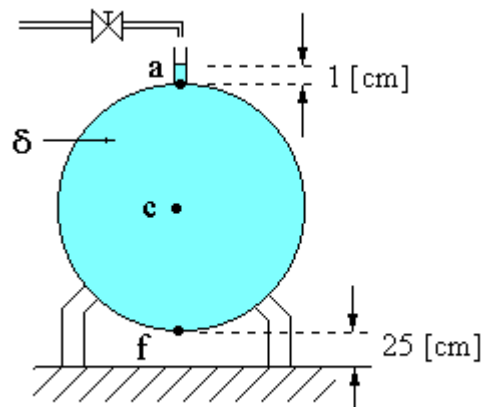
- La presión absoluta y la presión manométrica en el punto  $A$ .
- La lectura indicada por el manómetro  $M$ .
- La presión absoluta en el fondo del tanque, es decir en el punto  $C$ .



$$\begin{aligned} \rho_{Hg} &= 13\ 595 \text{ [kg/m}^3\text{]}; & \rho_{agua} &= 990 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ P_{atm} &= 0.78 \text{ [bar]}; & g &= 9.78 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}\text{]} \\ \rho_{aire} &\approx 0 \text{ [kg/m}^3\text{]} & 1 \text{ [bar]} &= 10^5 \text{ [Pa]} \end{aligned}$$

15. Se tiene un tanque esférico de  $1.2$  [m] de diámetro, en su parte superior tiene un tubo pequeño vertical, de sección transversal despreciable el cual permite que el tanque se llene. Si este último está completamente lleno de un líquido cuya densidad relativa es  $1.26$ , como se muestra en la figura, la aceleración gravitatoria del lugar es  $9.8$  [m/s<sup>2</sup>] y la presión atmosférica del lugar es  $61$  [cm de Hg], determine en el SI:

- La presión manométrica en el fondo del tanque, es decir en el punto  $f$ , si la presión manométrica en el centro de la esfera (punto  $c$ ) es  $7\ 532$  [Pa].
- La masa del líquido contenido únicamente en el tanque, desprecie la que está en el tubo vertical.
- La presión absoluta en la parte superior del tanque, es decir en el punto  $a$ .



$$\begin{aligned} \rho_{agua} &= 10^3 \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ \delta_{Hg} &= 13.6 \end{aligned}$$

## *Respuestas de los ejercicios propuestos*

1. a)  $P_A = 77\,082.24$  [Pa]  
b)  $P_B = 423.57$  [Pa]  
c)  $P_C = 77\,896.914$  [Pa]  
d)  $\vec{F} = 0.1331 \hat{j}$  [N]
2. a)  $\rho = 1260$  [kg/m<sup>3</sup>]  
b)  $\gamma = 12\,348$  [N/m<sup>3</sup>]  
c)  $g = 9.8$  [m/s<sup>2</sup>]  
d)  $P_{\text{man}} = 14\,817.6$  [Pa]
3. a)  $P_m$  [Pa] =  $8\,350$  [Pa/m]  $h$  [m] +  $1\,249$  [Pa]  
b)  $m = \gamma_{\text{aceite}}$ ; aceite.  
c)  $m = 1$  [kg]
4. a)  $P_{\text{abs}} = 87.64$  [kPa]  
b)  $P_{\text{man}} = 6\,650.4$  [Pa]  
c)  $P_A = 77$  [kPa]  
d)  $P_B = 3.99$  [kPa]
5. a)  $P_B = 67.623$  [kPa]  
b)  $P_A = 64.024$  [kPa]
6. a)  $\rho_1 = 1029.9932$  [kg/m<sup>3</sup>]  
b)  $P_{\text{absC}} = 78\,318.3333$  [Pa]  
c)  $\rho_2 = 680$  [kg/m<sup>3</sup>];  $\gamma_2 = 6\,650.4$  [N/m<sup>3</sup>],  $v_2 = 0.0015$  [m<sup>3</sup>/kg]  
d)  $P_{\text{manA}} = 855.7333$  [Pa]  
e)  $L_{\text{Hg}} = 57.01$  [cm]
7. a)  $r = 1.5$  [m]  
b)  $P_f = 134.897$  [kPa]  
c)  $h = 39.44/\pi$  [m]  
d)  $P_{\text{abs}} = 236.293$  [kPa]
8. a)  $\rho = 1\,048.93$  [kg/m<sup>3</sup>]  
b)  $\gamma = 10\,290$  [N/m<sup>3</sup>];  $v = 0.000953$  [m<sup>3</sup>/kg]  
c)  $P_{\text{atm}} = 101.292$  [kPa]  
d)  $P_{\text{man}} = 102.9$  [kPa]  
e)  $h = 75.92$  [cm]
9. a)  $P_B = 280.197$  [Pa]  
b)  $\delta = 1.03$ ;  $\gamma = 10\,073.4$  [N/m<sup>3</sup>]  
c)  $W = 0.2429$  [N]

- d)  $P_E = 78\,374.09$  [Pa]  
e)  $v = 0.00133$  [m<sup>3</sup>/kg]
10. a)  $a = 6.2614$  [m]  
b)  $P_D = 116\,820.8$  [Pa]  
c)  $P_E = 69\,972.8$  [Pa]  
d)  $\gamma_b = 8\,784$  [N/m<sup>3</sup>];  $\dim(\gamma_b) = L^{-2} M T^{-2}$   
e)  $P_G = 7\,378.56$  [Pa]
11. a)  $m_{\text{aceite}} = 19.053$  [kg];  $m_{\text{agua}} = 15.647$  [kg]  
b)  $\gamma_{\text{aceite}} = 8\,508.6$  [N/m<sup>3</sup>]  
c)  $L_{\text{agua}} = 50.29$  [cm];  $L_{\text{aceite}} = 69.71$  [cm]  
d)  $P_{\text{man}} = 5\,931.3451$  [Pa]  
e)  $L = 0.8023$  [m]
12. a)  $P_{\text{manB}} = 955.5$  [Pa]  
b)  $\rho_2 = 831.0374$  [kg/m<sup>3</sup>]  
c)  $m_1 = 15.6$  [kg];  $m_2 = 79.7796$  [kg]  
d)  $\vec{\gamma}_1 = -6370 \hat{j}$  [N/m<sup>3</sup>]  
e)  $P_{\text{absA}} = 86\,600.15$  [Pa]
13. a)  $P_{\text{man}} = 1369.2$  [Pa]  
b)  $m = 2.1991$  [kg]
14. a)  $P_{\text{absA}} = 78\,000$  [Pa],  $P_{\text{manA}} = 0$  [Pa]  
b)  $P_M = 119\,663.19$  [Pa]  
c)  $P_{\text{absC}} = 209\,281.83$  [Pa]
15. a)  $P_{\text{manf}} = 14\,940.8$  [Pa]  
b)  $m = 1\,140.0211$  [kg]  
c)  $P_{\text{absa}} = 81\,424.28$  [Pa]