DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
EXAMEN DEPARTAMENTAL DE PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO (1314)
PRIMER EXAMEN PARCIAL SEMESTRE 2013 – 1
Sábado 8 de septiembre de 2012, 8:00 horas

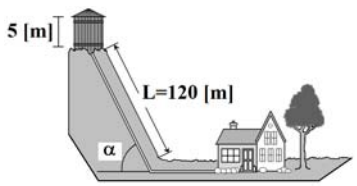
Tipo
René Antoine Ferchault de Réaumur (1683 – 1757)

Resolución

1. Una casa en el fondo de una colina se abastece mediante un tanque lleno de agua de 5 [m] de profundidad, el cual está conectado a la casa por un tubo de 120 [m] de longitud que forma un ángulo de 60 [°] con respecto a la horizontal, como se muestra en la figura. Si un barómetro de Torricelli que utiliza mercurio, cuya densidad relativa es 13.6 [1], tiene una altura barométrica en ese lugar de 52 [cm de Hg], determine la presión absoluta, en [kPa], del agua en la casa.

$\alpha = 60\ °$

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



$P_{atm} = \rho_{Hg}\, g\, h_{bar} = \delta_{Hg}\rho_{ag}\, g\, h_{bar} = (13.6)\left(10^3\,\frac{kg}{m^3}\right)\left(9.78\,\frac{m}{s^2}\right)(0.52\ m) = 69\ 164.16\ Pa$

$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$; $P_{man} = \rho_{ag}\, g\, z$; de la figura: $h = L\ sen\ \alpha$

entonces: $z = z_T + h = z_T + L\ sen\ \alpha$

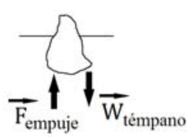
$P_{man} = \rho_{ag}\, g(z_T + L\ sen\ \alpha) = \left(10^3\,\frac{kg}{m^3}\right)\left(9.78\,\frac{m}{s^2}\right)[(5\ m) + (120m) sen\ 60°] = 1\ 065\ 267\ Pa$

$P_{abs} = (69.164\ kPa) + (1\ 065.267\ kPa)$

$$\mathbf{P_{abs} = 1\ 134.431\ [\ kPa\ ]}$$

2. Suponga que la densidad relativa de hielo es 0.917 [1], mientras que la del agua salada es 1.025 [1]. Determine la fracción de un témpano de hielo que queda sobre la superficie del agua.

Sea T = témpano



$\rho = \frac{m}{V}$; $\delta_{sust.} = \frac{\rho_{sust.}}{\rho_{ref}}$; $\rho_{sust.} = \delta_{sust.}\,\delta_{ref}$

Supongamos un volumen unitario, por ejemplo: $V = 1\ m^3$

entonces: $W_T = m_T\, g = \rho_T\, V_T\, g$

como está en equilibrio: $\sum F = 0$; $W_T - F_{emp} = 0$; $W_T = F_{emp}$

$\rho_T\, V_T\, g = \rho_{a.s.}\, V_{L.D.}\, g$; donde: a. s. = agua salada, L. D. = liquido desalojado

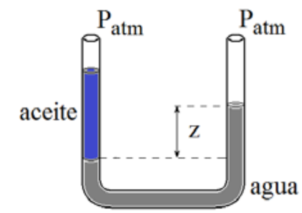
$\rho_T V_T = \rho_{a.s.} V_{L.D.}$; $V_{L.D.} = \frac{\rho_T\, V_T}{\rho_{a.s.}} = \frac{\delta_h\, \rho_{ref}\, V_T}{\delta_{a.s.}\, \rho_{ref}} = \frac{\delta_h}{\delta_{a.s.}} V_T$

Si $V_T = 1\ m^3$ entonces: $V_{L.D.} = \frac{0.917}{1.025}(1\ m^3) = 0.8946\ m^3$

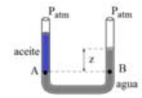
$V_{sobre\ la\ superficie} = (1 - 0.8946) m^3$

$$\mathbf{V_{sobre\ sup.} = 0.1054\ m^3\ de\ 1\ metro\ cúbico\ \ o\ \ V_{sobre\ sup.} = 10.54\%}$$

3. Se tiene un tubo en forma de U abierto por ambos extremos, como se muestra en la figura. Determine el volumen de aceite, en mililitros, si su densidad es 683 [kg/m³]. Considere que el diámetro interno de todo el tubo es de 1 [cm].



z = 19 [cm]



$P_A = P_B$; $P_A = \rho_{ac}\, g\, z_{ac}$;

$P_B = \rho_{ag} g\, z$; igualando : $\rho_{ac}\, g\, z_{ac} = \rho_{ag}\, g\, z$

$z_{ac} = \frac{\rho_{ag} z}{\rho_{ac}} = \frac{\left(10^3\,\frac{kg}{m^3}\right)(0.19)}{683\,\frac{kg}{m^3}} = 0.2782\ m$; $V_{ac} = \frac{1}{4}\pi d^2 z_{ac} = \frac{1}{4}\pi(0.01\ m)^2(0.2782m)$

$V_{ac} = 0.0218 \times 10^{-3}\ m^3 = 0.0218\ \ell$; $\mathbf{V_{ac} = 21.8\ [m\ell]}$

4. En un recipiente, de paredes adiabáticas, se mezclan 300 [g] de vapor de agua a 100 [°C] con el doble de hielo a 0 [°C]. Sabiendo que el experimento se realiza a nivel del mar y que se alcanza el equilibrio térmico, determine:

a) La temperatura de la mezcla.
b) La masa de hielo, líquido y vapor.

Sistema termodinámico: contenido del recipiente de paredes adiabáticas, sistema aislado ;
$m_V = 300\ g$ (masa que originalmente era vapor),
$T_{iV} = T_{eb} = 100°C$
$m_H = 2\ mv = 600\ g$ (masa que originalmente era hielo),
$T_{iH} = T_{fus} = 0°C$

como es un sistema aislado: $Q_H + Q_V = 0$;

si $T_{eq} = 100\ °C$ (hipótesis), entonces: $m_H h_{fus} + m_H c_L (T_{eb} - T_{fus}) + (-m_{vc} h_{eb}) = 0$,

donde m_{vc} = masa de vapor que se condensa por lo tanto: $m_{vc} = \dfrac{m_H\,[h_{fus} + c_L(T_{eb} - T_{fus})]}{h_{eb}}$

$$m_{vc} = \frac{(600\text{g})\left[\left(333 \times 10^3\,\frac{\text{J}}{\text{kg}}\right) + \left(4\,186\,\frac{\text{J}}{\text{kg°C}}\right)(100-0)\text{°C}\right]}{2\,257 \times 10^3\,\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 199.8\text{ g} \approx 200\text{ g}$$

como $m_{vc} < m_v$, entonces queda una mezcla de líquido a vapor a **100** [°C] = $\mathbf{T_{eq}}$ (hipótesis correcta)

$m_{Lf} = m_H + m_{vc} = (600 + 200)\text{g} = \mathbf{800\ g}$ (masa de líquido final)

$m_{vf} = m_v - m_{vc} = (300 - 200)\text{g} = \mathbf{100\ g}$ (masa de vapor final)

$m_{Hf} = \mathbf{0\ g}$ (masa de sólido final)

5. En el laboratorio de esta asignatura, un grupo de alumnos fue variando el volumen (V) de un líquido con una bureta, midió la masa (m) del mismo junto con la del recipiente con una balanza y obtuvo la tabla que se muestra. Con base en ello y con un ajuste de datos experimentales con el método del mínimo de la suma de los cuadrados, determine:

a) La densidad del fluido, en el SI.
b) La masa del recipiente, en [g].

$V_{líquido}$ [mℓ]	$m_{líquido\ y\ recipiente}$ [g]
2	15.85
4	17.71
6	19.42
8	20.08

$\rho = \dfrac{m}{V}$ $\quad m = \rho V$; comparando con el modelo $m = \mathcal{m}\,V + b$, podemos escribir:

$\mathcal{m} = \rho$ y $b = m_{recipiente}$

Con el uso del método del mínimo de la suma de los cuadrados tenemos que

la pendiente es: $\mathcal{m} = 0.720\left[\frac{\text{g}}{\text{m}\ell}\right]$ y la ordenada al origen es $b = 14.665$ [g] ,

entonces: $\rho = 0.72\left[\frac{\text{g}}{\text{m}\ell}\right] = 720\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$, y $m_{recipiente} = 14.67$ [g]

$$\boldsymbol{\rho = 720\left[\frac{kg}{m^3}\right],\ m_{recipiente} = 14.67\ [\,g\,]}$$

6. Un gas experimenta un proceso en el que su presión absoluta (P) varía en función de su volumen (V) de acuerdo con la siguiente expresión: $P\,V^{1,3}$ = constante. Si la presión inicial del gas es 1 [atm] y su volumen 1 [ℓ], determine, en el SI, el trabajo asociado al proceso cuando el gas se comprime a la mitad del volumen inicial así como la presión en el estado final de dicho proceso.

Sistema termodinámico: gas que experimenta el proceso; sistema cerrado.

Sabemos que el proceso se puede representar como $P\,V^{1.3} = c$, donde c = constante

$P_1 = 1\text{ atm} = 101\,325\text{ Pa}$, $V_1 = 1\,\ell = 0.001\text{ m}^3$, $V_2 = \frac{1}{2}V_1 = 0.0005\text{ m}^3$

${}_1W_2 = -\int_1^2 P\,dV$, como $P = \frac{c}{V^{1.3}}$, entonces

$${}_1W_2 = -\int_1^2 \frac{c}{V^{1.3}}\,dV = -c\int_1^2 V^{-1.3}\,dV = -c\left[\frac{V^{-0.3}}{-0.3}\right]_1^2 = \frac{c}{0.3}\left[\,V^{-0.3}\,\right]_1^2$$

${}_1W_2 = \frac{c}{0.3}\left[V_2^{-0.3} - V_1^{-0.3}\right]$ como $c = P_1 V_1^{1.3}$ tenemos que

$${}_1W_2 = \frac{P_1 V_1^{1.3}}{0.3}\left[V_2^{-0.3} - V_1^{-0.3}\right] = \frac{(101\,325\text{ Pa})(0.001\text{ m}^3)^{1.3}}{0.3}\left[(0.0005\text{ m}^3)^{-0.3} - (0.001\text{m}^3)^{-0.3}\right]$$

$$\boldsymbol{{}_1W_2 = 78.069\ [\,J\,]}$$

$P_1 V_1^{1.3} = P_2 V_2^{1.3}$, $P_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{1.3} P_1$, $V_2 = \frac{1}{2}V_1$, $V_1 = 2\,V_2$

$P_2 = \left(\frac{2V_2}{V_2}\right)^{1.3} P_1 = (2)^{1.3} P_1 = (2)^{1.3}(101\,325\text{ Pa})$, $\boldsymbol{P_2 = 249\,491.42\ [\,Pa\,]}$

Tipo
HendrikAntoonLorentz (1853– 1928)

Solución

1) $\mathbf{P_{abs} = 1\,304.191}$ [**kPa**]

2) $\mathbf{V_{sobre\,sup.} = 0.1437\ m^3}$ **de 1 metro cúbico o** $\mathbf{V_{sobre\,sup.} = 14.37\%}$

3) $\mathbf{V_{ac} = 30.159}$ [**mℓ**]

4) $\mathbf{m_{Lf} = 933.106\ g}$ (masa de líquido final)

$\mathbf{m_{vf} = 116.894\ g}$ (masa de vapor final)

$\mathbf{m_{Hf} = 0\ g}$ (masa de sólido final)

5) $\boldsymbol{\rho = 753.33\left[\frac{kg}{m^3}\right],\ m_{recipiente} = 21.495}$ [**g**]

6) $\mathbf{{}_1W_2 = 83.94}$ [**J**] ; $\mathbf{P_2 = 286\,590.38}$ [**Pa**]

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA
ENERGÍA SOSTENIBLE
PARA TODOS