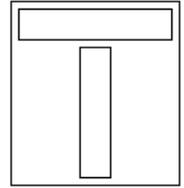




FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN PARCIAL COLEGIADO 2012-1  
SÁBADO 1 DE OCTUBRE DE 2011, 7:00 (h)



**Wilhelm Maybach de Deutz**

**Instrucciones:** lea cuidadosamente los problemas que se ofrecen. Resuelva cualesquiera cuatro en dos horas y en el orden que usted desee. Se permite la consulta de cualquier documento propio.

1.- Una membrana esférica delgada de  $4 \text{ (kg)}$  y  $20 \text{ (cm)}$  de diámetro se localiza a una profundidad de  $5 \text{ (m)}$  dentro de una piscina llena de agua. A continuación se llena con helio  $\left(\rho_{He}=0,180\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)\right)$  y se suelta. Considere que la piscina se encuentra ubicada en Puerto Vallarta. Calcule la aceleración, en  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$  con la que asciende dicha membrana.

2.- En un laboratorio que se encuentra en el centro de la Ciudad de México se tiene un recipiente cilíndrico de  $10 \text{ (kg)}$  con un diámetro equivalente a  $\left(\frac{h}{0,32}\right)$ , el recipiente se encuentra invertido y sumergido en agua como lo muestra la figura 1. Despreciando el efecto del manómetro, calcule la fuerza necesaria, en  $(N)$ , para mantenerlo en esa posición.

3.- Una olla de barro  $\left(c_{barro}=2515\left(\frac{J}{\text{kg } \Delta^{\circ}\text{C}}\right)\right)$  con todo y tapa de  $3 \text{ (kg)}$  está a  $150 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$ . A la olla se le agregan  $0,5 \text{ (kg)}$  de agua a  $20 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$  y rápidamente se tapa para evitar que se escape vapor de agua. Considere que no hay pérdida de calor y que las condiciones del lugar son  $101,325 \text{ (kPa)}$ ,  $20 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$  y  $9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$ , calcule, en  $(\text{kg})$ , la masa de agua que se evaporó.

4.- Durante un proceso de expansión controlada en un sistema cilindro-émbolo,  $12 \text{ (m}^3)$  de un gas experimenta un proceso según  $P=12e^{-bV}$ , donde  $P$  está en  $(\text{bar})$  y  $b=\frac{1}{12} \text{ (m}^{-3})$ . Cuando se alcanzan  $26 \text{ (m}^3)$  y  $1,37 \text{ (bar)}$  se inicia una compresión politrópica  $(n=1,2)$  hasta llegar a la presión inicial de  $4,4 \text{ (bar)}$ ; finalmente, mediante un proceso de expansión isobárico se alcanza el estado inicial, calcule, en  $(\text{kJ})$ , el trabajo neto del ciclo.

5.- Un fluido simple y compresible experimenta un proceso según  $P = \frac{10}{V} + 3$  donde  $P$  está en (bar) y  $V$  en ( $m^3$ ). Durante el proceso se pasa de **0,45** ( $m^3$ ) a **0,15** ( $m^3$ ) disipando **90** ( $kJ$ ) en forma de calor, calcule, en ( $kJ$ ), el cambio de entalpia del proceso.

6.- Para medir el gasto del fluido que circula por el conducto, se instaló una reducción en un tramo de la tubería, colocando tubos manométricos como se muestra en la figura 2. Si la sección transversal del tubo estrecho es **10 veces** menor que la sección de la tubería, calcule el gasto, en ( $\frac{l}{s}$ ).

**Solución: Examen Wilhelm Maybach de Deutz**  
**PROBLEMA 1.**

**Datos:**

$m_m = 4$  (kg),  $\varnothing_m = 0,2$  (m),  $\rho_{He} = 0,180$  (kg/m<sup>3</sup>),  $h = 5$  (m),  $\rho_{agua} = 1000$  (kg/m<sup>3</sup>)

**Solución :**  $\sum F_z = m_{total} a$

$$\Rightarrow a = \left( \frac{(\rho_{agua} - \rho_{He}) \frac{1}{6} \pi (\varnothing)^3 - m_m}{m_m + \rho_{He} \frac{\pi}{6} (\varnothing)^3} \right) g$$

$$\Rightarrow a = 0,461 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

**PROBLEMA 2.**

**Datos:**  $\varnothing = \left( \frac{h}{0,32} \right)$ ,  $m_c = 10$  (kg),  $\rho_{agua} = 1000$  (kg/m<sup>3</sup>),  $g = 9,78$  (m/s<sup>2</sup>)

$$\rho_{relativa} = 2,1$$

**Solución:** Considerando  $P_{Aire} = P_{Bagua}$  a la profundidad de 20 (cm) se tiene lo siguiente.

$$P_{atm} + (\rho g h)_{presión\ manométrica} = (\rho_{agua} g h_{agua}) + P_{atm} \quad \text{ec.1}$$

$$\text{De ec. 1 } h_{manométrica} = 9,524 \text{ (cm)}$$

**Realizando sumatoria de fuerzas**

$$\therefore F = (\rho_{agua} g h_{agua}) \left( \frac{\pi}{4} \left( \frac{h_{manométrica}}{0,32} \right)^2 \right) m^2 - m_c g$$

$$F = 38,28 \text{ (N)}$$

### PROBLEMA 3.

Datos:

$$m_b = 3 \text{ (kg)}, T = 150 \text{ (}^\circ\text{C)}, m_{\text{agua}} = 0,5 \text{ (kg)}, T_{\text{agua}} = 20 \text{ (}^\circ\text{C)} \left( c_{\text{barro}} = 2515 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg } \Delta^\circ\text{C}} \right) \right),$$

condiciones del lugar : 101,325 (kPa), 20 (°C) y 9,81 ( $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

Solución:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Sa}} + Q_{\text{La}} + Q_{\text{Sb}} &= 0 \\ Q_{\text{La}} &= -Q_{\text{Sa}} - Q_{\text{Sb}} \\ X m_a \lambda_v &= -Q_{\text{Sa}} - Q_{\text{Sb}} \\ X &= \frac{-Q_{\text{Sa}} - Q_{\text{Sb}}}{m_a \lambda_v} = \frac{-m_{a c_a} (T_f - T_i) - m_{b c_b} (T_f - T_i)}{m_a \lambda_v} \quad \text{ec.1} \end{aligned}$$

Por las condiciones del lugar  $\lambda_v = \left( 2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right)$ , sustituyendo en ec.1

$$X = 0,1860$$

$$\therefore \text{Magua evaporada} = m_{\text{agua}} X = 0,5 \text{ (kg)} (0,1860) = 0,093 \text{ (kg)}$$

### PROBLEMA 4.

Datos:  $V_1 = 12 \text{ (m}^3\text{)}, P_1 = 4,4 \text{ (bar)}, V_2 = 26 \text{ (m}^3\text{)}, P_2 = 1,37 \text{ (bar)}, n = 1,2, P_3 = 4,4 \text{ (bar)}$

Solución:  $W_n = {}_1W_2 + {}_2W_3 + {}_3W_1$

$${}_1W_2 = -\int_{V_1}^{V_2} P dV = -\int_{V_1}^{V_2} 12 e^{-bV} dV = -12 \times 10^5 \text{ (Pa)} \left( \frac{-1}{b} (e^{-bV_2} - e^{-bV_1}) \right)$$

$${}_1W_2 = -3647,8 \text{ (kJ)}$$

$${}_2W_3 = P_3 V_3 - P_2 V_2 \frac{1}{1-n}$$

$${}_2W_3 = 3816 \text{ (kJ)}$$

$${}_3W_1 = -P_3 (V_1 - V_3)$$

$${}_3W_1 = -954,8 \text{ (kJ)}$$

$$W_n = -786,6 \text{ (kJ)}$$

### PROBLEMA 5.

Datos:  $V_i = 0,45 \text{ (m}^3)$     $V_f = 0,15 \text{ (m}^3)$ ,  $Q = 90 \text{ (kJ)}$

Solución:

$${}_1W_2 = -\int_i^f V_f P dV = -\int_i^f V_f \left( \frac{10}{V} + 3 \right) dV = -1 \times 10^5 \text{ (Pa)} \left( 10 \ln \frac{V_f}{V_i} + 3(V_f - V_i) \right)$$

$${}_1W_2 = 1188,6 \text{ (kJ)}$$

$$\Rightarrow Q + W = \Delta U ; \Delta U = -90 \text{ (kJ)} + 1188,6 \text{ (kJ)} = 1098,61 \text{ (kJ)}$$

$$\Delta H = \Delta U + (P_2 V_2 - P_1 V_1) \text{ ec.1}$$

$$P_1 = 25,22 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$P_2 = 69,67 \times 10^5 \text{ (Pa)} \text{ sustituyendo en ec. 1}$$

$$\Delta H = 1008,76 \text{ (kJ)}$$

### PROBLEMA 6.

Solución: Por continuidad  $A_1 \rightarrow V_1 = A_2 \rightarrow V_2$  ; como  $A_1 = 10 A_2$

$$\Rightarrow \rightarrow V_2 = 10 \rightarrow V_1$$

$$\text{Por ec. De Bernoulli} \quad P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho \rightarrow V_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho \rightarrow V_2^2$$

$$\text{con } y_1 = y_2$$

$$\Rightarrow P_1 + \frac{1}{2} \rho \rightarrow V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \rightarrow V_2^2 \quad \text{ec. 1}$$

$$\text{Además } P_1 = P_{\text{atm}} + \rho g h_1 \text{ ec.2} \quad \text{y} \quad P_2 = P_{\text{atm}} + \rho g h_2 \quad \text{ec. 3}$$

Sustituyendo ec. 2 y ec.3 en ec.1

$$P_{\text{atm}} + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho \rightarrow V_1^2 = P_{\text{atm}} + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho \rightarrow V_2^2$$

$$g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2} (\rightarrow V_2^2 - \rightarrow V_1^2) \quad \text{con } \rightarrow V_2 = 10 \rightarrow V_1$$

resolviendo para  $\rightarrow V_1$

$$\rightarrow V_1 = \frac{\sqrt{2g(h_1 - h_2)}}{((10)^2 - 1)} = 0,0994 \text{ (m/s)}$$

$$G = A_1 \cdot v_1 = 3,976 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$G = 0,3976 \left( \frac{\text{l}}{\text{s}} \right)$$

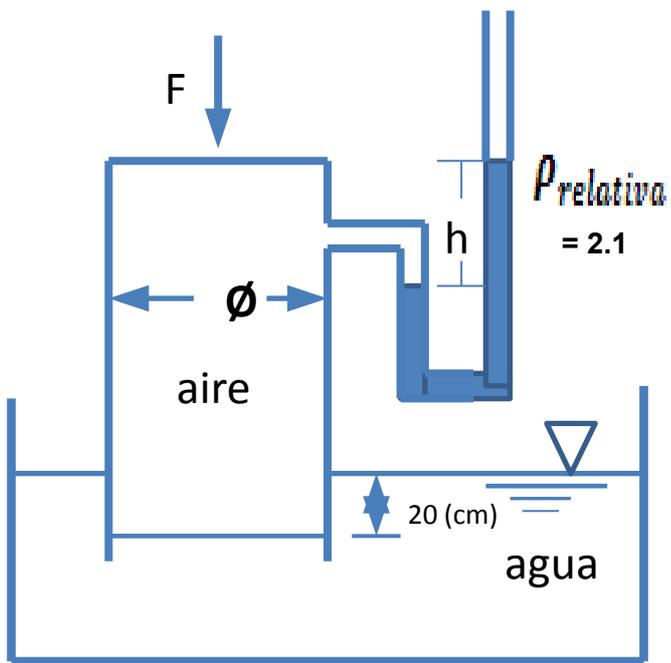


Fig. 1

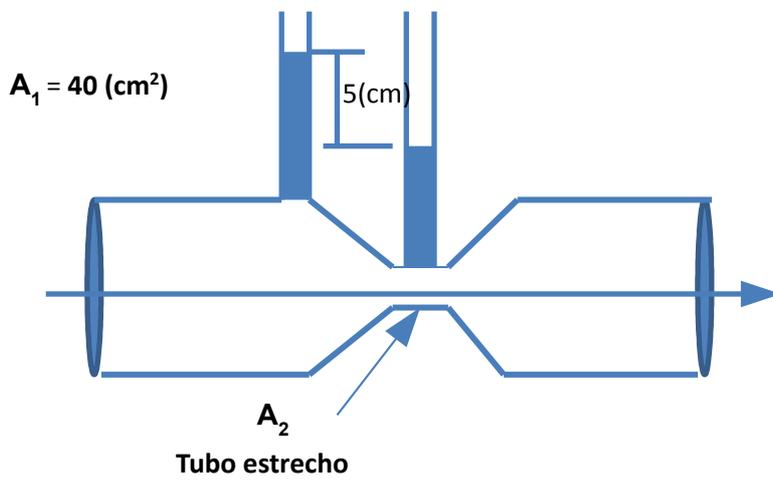


Fig.2