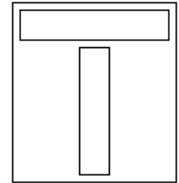




FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Yunus A. Cengel

**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.- En un tanque cilíndrico de acero de  $7,85\left(\frac{kg}{dm^3}\right)$ , cuyas dimensiones son  $90(cm)$  de diámetro exterior,  $2(cm)$  de espesor de pared,  $1,10(m)$  de altura total y  $3(cm)$  de espesor de cada tapa, se tiene una mezcla de aceite ( $\delta_a = 0.8$ ) y vapor  $\left(0,3846\left(\frac{m^3}{kg}\right)\right)$ . El vapor ocupa el 20% del volumen del tanque. Si se cuenta con un montacargas con la capacidad de transportar  $3(ton)$ , ¿cuántos tanques puede transportar en cada viaje?
- 2.- La densidad del mercurio cambia con la temperatura, para  $0(^{\circ}C)$  se tiene un valor de  $13596\left(\frac{kg}{m^3}\right)$  mientras que a  $20(^{\circ}C)$  es de  $13547\left(\frac{kg}{m^3}\right)$ . Calcule la dilatación del mercurio en un solo grado.
- 3.- Un calorímetro de aluminio  $\left(c_{Al} = 0,2145\left(\frac{cal}{g \cdot \Delta^{\circ}C}\right)\right)$  de  $48(g)$  contiene  $440(g)$  de agua a  $14(^{\circ}C)$ . Se inyecta vapor de agua  $\left(c_{vap\_agua} = 0,4689\left(\frac{cal}{g \cdot \Delta^{\circ}C}\right)\right)$  a  $110(^{\circ}C)$  al recipiente. Después de cierto tiempo la masa del agua es de  $450(g)$  a  $27,68(^{\circ}C)$ . Determine el valor de  $\lambda_{ebu\_agua}$ , en  $\left(\frac{cal}{g}\right)$ , si las condiciones del lugar son  $101,325(kPa)$  y  $9,81\left(\frac{m}{s^2}\right)$ .

4.- Estando en Puerto Progreso, se tiene una tonelada de hielo a  $-5(^{\circ}C)$ . El 28% del hielo se evaporará por medio de una estufa que opera con gas  $\left( PC_{gas} = 46\left(\frac{MJ}{kg}\right) \right)$ , el cual cuesta  $10\left(\frac{\$}{kg}\right)$ , si las pérdidas caloríficas son del 26%, ¿cuánto se tendrá que pagar, en (\$), para lograr la evaporación? Considere  $c_{agua\_sól} = 2,1\left(\frac{kJ}{kg \cdot \Delta^{\circ}C}\right)$ ,  $\lambda_{fus\_agua} = 79,6312\left(\frac{cal}{g}\right)$  y  $\lambda_{ebu\_agua} = 539,0752\left(\frac{cal}{g}\right)$ .

5.- En un motor de combustión interna que opera mediante el ciclo de Diesel se realiza una compresión de acuerdo a la relación  $PV^{1.3} = cte.$ ; las condiciones al inicio de la compresión son de  $100(kPa)$  y  $1,3(\ell)$  mientras que al final se tienen  $80(cm^3)$ . Durante el proceso se presenta una fuerza de fricción de  $160(N)$ . El diámetro del cilindro es de  $12(cm)$  y las condiciones del lugar son  $101,325(kPa)$ ,  $9,81\left(\frac{m}{s^2}\right)$  y  $26(^{\circ}C)$ . Determine el trabajo realizado durante el proceso

6.- El gas contenido en un cilindro con émbolo pasa de  $20(\ell)$  a  $40(\ell)$  mediante un proceso casiestático según:

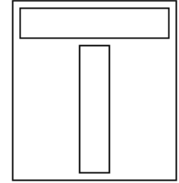
$$P = aV + b$$

En donde  $a = -4000\left(\frac{kPa}{m^3}\right)$  y  $b = 320(kPa)$ . La variación de la energía interna es de  $30(kJ)$ . Calcule el calor, en  $(kJ)$ , y se dirección.

7.- En un proceso industrial se utiliza un sistema neumático compuesto de un cilindro y un émbolo, libre de fricción; en dicho sistema se tienen inicialmente  $7(g)$  de un gas ocupando  $2,4(\ell)$ , el cual sufre una pérdida de calor a presión constante de  $5(kJ)$  disminuyendo su volumen hasta un cuarto de su valor inicial; a continuación se realiza una expansión a temperatura constante hasta alcanzar el volumen inicial del primer proceso debido al suministro de  $7(kJ)$  en forma de calor; finalmente se triplica su presión a volumen constante alcanzando  $112,5(kPa)$ . El cambio de energía interna total que se presenta en dicho dispositivo es de  $8,1452(KJ)$ . Determine el cambio de energía interna específica, en  $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$ , del último proceso.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
 COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
 DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
 PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
 SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Yunus A. Cengel

**Solución al examen:**

**Problema 1**

Datos:  $\rho = 7.85 \text{ (kg/dm}^3\text{)}$ ,  $\varnothing_{\text{ext}} = 90 \text{ (cm)}$ ,  $e_P = 2 \text{ (cm)}$ .  $Z_T = 1.10 \text{ (m)}$   
 $e_T \text{ de cada tapa} = 3 \text{ (cm)}$ ,  $\delta_{ac} = 0.8$ ,  $u_{\text{vapor}} = 0.3846 \text{ (m}^3\text{/kg)}$ ,  $V_{\text{vapor}} = 20 \% V_T$ ,  
 $C_{\text{montacargas}} = 3 \text{ (Ton)}$ .  
 ¿ # de tanques?

**Solución:**  $m_{\text{Total}} = m_{Ta} + m_a + m_v$

$$\# \text{ de tanques} = (C_{\text{montacargas}} / m_{\text{Total}})$$

$$\# \text{ de tanques} = \frac{C_{\text{montacargas}}}{\frac{\pi}{4} \left[ \rho_T \varnothing_{\text{ext}}^2 Z_T + (\varnothing_{\text{ext}}^2 - 2e_P) \cdot (Z_T - 2e_T)(0.8\delta_{ac}\rho_{H2O} - \rho_T + 0.2/u_v) \right]}$$

**# de tanques = 2**

**Problema 2**

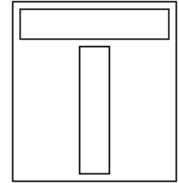
Datos.  $T_A = 0 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $\rho_A = 13596 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$ ,  $T_B = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $\rho_B = 13547 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$

$$\rho_{\text{HgA}} = (m_{\text{HgA}} / V_{\text{HgA}}) \quad , \quad \rho_{\text{HgB}} = (m_{\text{HgB}} / V_{\text{HgB}})$$

**Solución: Dilatación =  $1.8085 \times 10^{-4} \text{ (1/}^\circ\text{C)}$**



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Yunus A. Cengel

**Problema 3**

Datos:  $C_{Al} = 0.2145 \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}\Delta^\circ\text{C}} \right)$ ,  $m_{Al} = 48 \text{ (g)}$ ,  $m_{\text{agua}} = 440 \text{ (g)}$ ,  
 $C_{\text{vap-agua}} = 0.4689 \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}\Delta^\circ\text{C}} \right)$ ,  $m_{\text{total}} = 450 \text{ (g)}$ ,  $T_{\text{agua}} = 14 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  
 $T_{\text{vap-agua}} = 110 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $T_{\text{eq}} = 27.68 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $P_{\text{atm}} = 101,325 \text{ (kPa)}$ ,  $g = 9.81 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$

**Solución:**  $\Sigma\{Q\} = 0$  ,

$$\{Q_s\}_{AL} + \{Q_s\}_{\text{agua}} + \{Q_s\}_{\text{vap-agua}} + \{Q_L\}_{\text{vap-agua}} + \{Q_s\}_{\text{vap-agua}} = 0$$

$$m_{AL}C_{AL} (T_{\text{eq}} - T_{ALi}) + m_{\text{agua}}C_{\text{agua}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{aguai}}) + m_{\text{vap-agua}}C_{\text{vap-agua}} (T_{\text{eb}} - T_{\text{vap-agua}}) - m_{\text{vap-agua}} \lambda_{\text{eb}} +$$

$$m_{\text{vap-agua}}C_{\text{agua}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{eb}}) = 0$$

$$\lambda_{\text{eb}} = 538.99 \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right)$$

**Problema 4**

Datos:  $m_h = 1 \text{ (ton)}$ , 28% se evapora,  $PC_{\text{gas}} = 46 \text{ (MJ/kg)}$ ,  $T_{Ho} = -5 \text{ (}^\circ\text{C)}$  ,

$C_{\text{agua-sólido}} = 2.1 \text{ (kJ/kg } \Delta^\circ\text{C)}$ , Pérdida calorífica = 26 %,  $P = 10 \text{ (\$/kg)}$ ,  
 $\lambda_{\text{fus-agua}} = 79,6312 \text{ (cal / g)}$ ,  $\lambda_{\text{eb}} = 539,0752 \text{ (cal / g)}$ ,  $CT \text{ (\$)} = ?$

**Solución:**

$$CT = \frac{Q_{\text{TOTAL}}}{\eta PC_{\text{gas}}} P$$

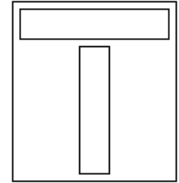
$$\{Q\}_{\text{TOTAL}} = \{Q\}_h + \{Q\}_{Lh} + \{Q\}_{Sh} + \{Q\}_L$$

$$\{Q\}_{\text{TOTAL}} = m_h C_h (T_{\text{fus}} - T_{Ho}) + m_h \lambda_{\text{fus}} + m_h C_{\text{agua}} (T_{\text{eb}} - T_{\text{fus}}) + m_h \lambda_{\text{eb}}$$

$$CT = \$247.80$$



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Yunus A. Cengel

**Problema 5.**

Datos:  $PV^{1.3} = C$ ,  $P_i = 100$  (kPa),  $V_i = 1.3$  (l),  $V_f = 80$  (cm<sup>3</sup>),  $F_f = 160$  (N),  $\varnothing_c = 12$  (cm),  
 $P_{atm} = 101,325$  (kPa),  $g = 9.81$  (m/s<sup>2</sup>),  $T = 26$  (°C)

**Solución:**

$$\{W\}_{Total} = \{W\}_{politrópico} + \{W\}_{fricción}$$

$$\{W\}_{politrópico} = \left( \frac{P_f V_f - P_i V_i}{n-1} \right), \quad \{W\}_{fricción} = \int_i^f F \cdot dl$$

$$\{W\}_{Total} = \left( \frac{P_f V_f - P_i V_i}{n-1} \right) + \frac{4F_f (V_f - V_i)}{\pi \varnothing^2}$$

**$\{W\}_{Total} = 0.5495$  (kJ)**

**Problema 6**

Datos:  $V_i = 20$  (l),  $V_f = 40$  (l),  $P = aV + b$   
 $a = -4000$  (kPa / m<sup>3</sup>),  $b = 320$  (kPa),  $\Delta U = 30$  (kJ).

**Solución:**

$$\{Q\} + \{W\} = \Delta U$$

$$\{Q\} = \Delta U - \{W\}$$

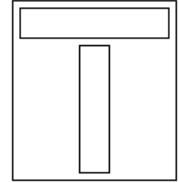
$$\{W\} = - \int_i^f p dv = - \int (aV + b) dV$$

$$\{Q\} = \Delta U - \left[ \frac{a}{2} (V_f^2 - V_i^2) + b (V_f - V_i) \right]$$

**$\{Q\} = 34$  (kJ)**



FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
 COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
 DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
 PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
 SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Yunus A. Cengel

**Problema 7**

Datos:  $m_g = 7 \text{ (g)}$  ,  ${}_1\{Q\}_2 = -5 \text{ (kJ)}$  ,  $T = \text{cte}$  ,  $V = \text{cte}$  ,  ${}_1\Delta U_4 = 8,1452 \text{ (kJ)}$   
 $V_1 = 2.4 \text{ (l)}$  ,  $V_2 = \frac{V_1}{4}$  ,  $V_3 = V_1$  ,  $P_4 = 3P_3$   
 $P = \text{cte}$   ${}_2\{Q\}_3 = 7 \text{ (kJ)}$   ${}_3\Delta U_4 ?$

**Solución:**

$${}_1\{Q\}_2 + {}_1\{W\}_2 + {}_2\{Q\}_3 + {}_2\{W\}_3 + {}_3\{Q\}_4 + {}_3\{W\}_4 = {}_1\Delta U_4 \text{ , como } {}_3\{W\}_4 = 0$$

$${}_1\{Q\}_2 + {}_1\{W\}_2 + {}_2\{Q\}_3 + {}_2\{W\}_3 + {}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 \text{ -----ec A}$$

$$\text{El } {}_1\{W\}_2 = -P(V_2 - V_1) = -P\left(\frac{V_1}{4} - V_1\right) \rightarrow {}_1\{W\}_2 = -0.75 PV_1 \text{ ----- ec 1}$$

$${}_2\{W\}_3 = -P V \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right) \rightarrow {}_2\{W\}_3 = -PV \ln\left(\frac{V_1}{\frac{V_1}{4}}\right) = -PV \ln 4 \text{ ----- ec 2}$$

Del último proceso

$$P_4 = 3P_3 \rightarrow P_3 = \frac{P_4}{3} \text{ sustituyendo en ec 2 } {}_2\{W\}_3 = -\frac{P_4 V_1}{3} \ln 4 \text{ ----- 2'}$$

$$\text{Del proceso isotérmico } P_2 V_2 = P_3 V_3 \rightarrow P_2 = \left(\frac{P_3 V_3}{V_2}\right) = \left(\frac{\frac{P_4 V_1}{3} V_1}{\frac{V_1}{4}}\right) = \frac{3}{4} P_4$$

$$\text{Sustituyendo en ec 1 } {}_1\{W\}_2 = -0.75\left(\frac{3}{4} P_4 V_1\right) \rightarrow {}_1\{W\}_2 = -P_4 V_1 \text{ ----- 1'}$$

De ec A  ${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_1\{W\}_2 - {}_2\{Q\}_3 - {}_2\{W\}_3$  sustituyendo ec 1' y 2'

$${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 + P_4 V_1 - {}_2\{Q\}_3 + \frac{P_4 V_1}{3} \ln 4$$

$${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_2\{Q\}_3 + P_4 V_1 \left(1 + \frac{\ln 4}{3}\right)$$

$${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_2\{Q\}_3 + 1.462 P_4 V_1 \text{ , como } {}_3\{Q\}_4 = {}_3\Delta U_4 \text{ por ser a } V = \text{cte}$$

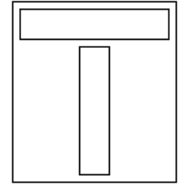
$$\text{y } \Delta u = \frac{\Delta U}{m}$$

$$\rightarrow {}_3\Delta U_4 = ({}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_2\{Q\}_3 + 1.462 P_4 V_1) / m$$

$$\rightarrow \underline{{}_3\Delta U_4 = 934.28 \text{ (kJ/kg)}}.$$



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Michael J. Moran

**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.- En un tanque cilíndrico de acero de  $7,85\left(\frac{kg}{dm^3}\right)$ , cuyas dimensiones son  $90(cm)$  de diámetro exterior,  $2(cm)$  de espesor de pared,  $1,10(m)$  de altura total y  $3(cm)$  de espesor de cada tapa, se tiene una mezcla de aceite ( $\delta_a = 0.8$ ) y vapor  $\left(0,3846\left(\frac{m^3}{kg}\right)\right)$ . El vapor ocupa el 20% del volumen del tanque. Si se cuenta con un montacargas con la capacidad de transportar  $4(ton)$ , ¿cuántos tanques puede transportar en cada viaje?

2.- La densidad del mercurio cambia con la temperatura, para  $0(^{\circ}C)$  se tiene un valor de  $13596\left(\frac{kg}{m^3}\right)$  mientras que a  $20(^{\circ}C)$  es de  $13547\left(\frac{kg}{m^3}\right)$ . Calcule la dilatación del mercurio en un solo grado.

3.- Un calorímetro de aluminio  $\left(c_{Al} = 0,2145\left(\frac{cal}{g \cdot \Delta^{\circ}C}\right)\right)$  de  $24(g)$  contiene  $220(g)$  de agua a  $14(^{\circ}C)$ . Se inyecta vapor de agua  $\left(c_{vap\_agua} = 0,4689\left(\frac{cal}{g \cdot \Delta^{\circ}C}\right)\right)$  a  $110(^{\circ}C)$  al recipiente. Después de cierto tiempo la masa del agua es de  $225(g)$  a  $27,68(^{\circ}C)$ . Determine el valor de  $\lambda_{ebu\_agua}$ , en  $\left(\frac{cal}{g}\right)$ , si las condiciones del lugar son  $101,325(kPa)$  y  $9,81\left(\frac{m}{s^2}\right)$ .

4.- Estando en Puerto Progreso, se tiene una tonelada de hielo a  $-5(^{\circ}C)$ . El 28% del hielo se evaporará por medio de una estufa que opera con gas  $\left( PC_{gas} = 46\left(\frac{MJ}{kg}\right) \right)$ , el cual cuesta  $10\left(\frac{\$}{kg}\right)$ , si las pérdidas caloríficas son del 30%, ¿cuánto se tendrá que pagar, en (\$), para lograr la evaporación? Considere  $c_{agua\_sól} = 2,1\left(\frac{kJ}{kg \cdot \Delta^{\circ}C}\right)$ ,  $\lambda_{fus\_agua} = 79,6312\left(\frac{cal}{g}\right)$  y  $\lambda_{ebu\_agua} = 539,0752\left(\frac{cal}{g}\right)$ ..

5.- En un motor de combustión interna que opera mediante el ciclo de Diesel se realiza una compresión de acuerdo a la relación  $PV^{1.3} = cte.$ ; las condiciones al inicio de la compresión son de  $100(kPa)$  y  $1,3(\ell)$  mientras que al final se tienen  $80(cm^3)$ . Durante el proceso se presenta una fuerza de fricción de  $160(N)$ . El diámetro del cilindro es de  $10(cm)$  y las condiciones del lugar son  $101,325(kPa)$ ,  $9,81\left(\frac{m}{s^2}\right)$  y  $26(^{\circ}C)$ . Calcule el trabajo total en (kJ).

6.- El gas contenido en un cilindro con émbolo pasa de  $20(\ell)$  a  $40(\ell)$  mediante un proceso casiestático según:

$$P = aV + b$$

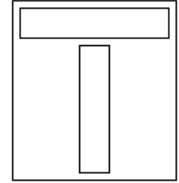
En donde  $a = -4000\left(\frac{kPa}{m^3}\right)$  y  $b = 320(kPa)$ . La variación de la energía interna es de  $25(kJ)$ . Calcule el calor, en (kJ), y se dirección.

7.- En un proceso industrial se utiliza un sistema neumático compuesto de un cilindro y un émbolo, libre de fricción; en dicho sistema se tienen inicialmente  $4(g)$  de un gas ocupando  $2,4(\ell)$ , el cual sufre una pérdida de calor a presión constante de  $5(kJ)$  disminuyendo su volumen hasta un cuarto de su valor inicial; a continuación se realiza una expansión a temperatura constante hasta alcanzar el volumen inicial del primer proceso debido al suministro de  $7(kJ)$  en forma de calor; finalmente se triplica su presión a volumen constante alcanzando  $112,5(kPa)$ . El cambio de energía interna total que se presenta en dicho dispositivo es de  $8,1452(KJ)$ . Determine el cambio de energía interna específica, en  $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$ , del último proceso.





FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
 COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
 DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
 PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
 SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Michael J. Moran

**Solución al examen:**

**Problema 1**

Datos:  $\rho = 7.85 \text{ (kg/dm}^3\text{)}$ ,  $\varnothing_{\text{ext}} = 90 \text{ (cm)}$ ,  $e_P = 2 \text{ (cm)}$ .  $Z_T = 1.10 \text{ (m)}$   
 $e_T \text{ de cada tapa} = 3 \text{ (cm)}$ ,  $\delta_{ac} = 0.8$ ,  $u_{\text{vapor}} = 0.3846 \text{ (m}^3\text{/kg)}$ ,  $V_{\text{vapor}} = 20 \% V_T$ ,  
 $C_{\text{montacargas}} = 4 \text{ (Ton)}$ .  
 ¿ # de tanques?

**Solución:**  $m_{\text{Total}} = m_{Ta} + m_a + m_v$

$$\# \text{ de tanques} = (C_{\text{montacargas}} / m_{\text{Total}})$$

$$\# \text{ de tanques} = \frac{C_{\text{montacargas}}}{\frac{\pi}{4} \left[ \rho_T \varnothing_{\text{ext}}^2 Z_T + (\varnothing_{\text{ext}}^2 - 2e_P) \cdot (Z_T - 2e_T)(0.8\delta_{ac}\rho_{H2O} - \rho_T + 0.2/u_v) \right]}$$

**# de tanques = 3**

**Problema 2**

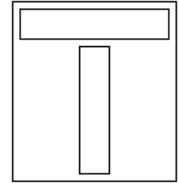
Datos.  $T_A = 0 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $\rho_A = 13596 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$ ,  $T_B = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $\rho_B = 13547 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$

$$\rho_{\text{HgA}} = (m_{\text{HgA}} / V_{\text{HgA}}) \text{ , } \rho_{\text{HgB}} = (m_{\text{HgB}} / V_{\text{HgB}})$$

**Solución: Dilatación =  $1.8085 \times 10^{-4} \text{ (1/}^\circ\text{C)}$**



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Michael J. Moran

**Problema 3**

Datos:  $C_{Al} = 0.2145 \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}\Delta^\circ\text{C}} \right)$ ,  $m_{Al} = 24 \text{ (g)}$ ,  $m_{\text{agua}} = 220 \text{ (g)}$ ,  
 $C_{\text{vap-agua}} = 0.4689 \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}\Delta^\circ\text{C}} \right)$ ,  $m_{\text{total}} = 225 \text{ (g)}$ ,  $T_{\text{agua}} = 14 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  
 $T_{\text{vap-agua}} = 110 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $T_{\text{eq}} = 27.68 \text{ (}^\circ\text{C)}$ ,  $P_{\text{atm}} = 101,325 \text{ (kPa)}$ ,  $g = 9.81 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$

**Solución:**  $\Sigma\{Q\} = 0$  ,

$$\{Q_s\}_{AL} + \{Q_s\}_{\text{agua}} + \{Q_s\}_{\text{vap-agua}} + \{Q_L\}_{\text{vap-agua}} + \{Q_s\}_{\text{vap-agua}} = 0$$

$$m_{AL}C_{AL} (T_{\text{eq}} - T_{ALi}) + m_{\text{agua}}C_{\text{agua}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{aguai}}) + m_{\text{vap-agua}}C_{\text{vap-agua}} (T_{\text{eb}} - T_{\text{vap-agua}}) - m_{\text{vap-agua}} \lambda_{\text{eb}} +$$

$$m_{\text{vap-agua}}C_{\text{agua}} (T_{\text{eq}} - T_{\text{eb}}) = 0$$

$$\lambda_{\text{eb}} = 538.99 \left( \frac{\text{cal}}{\text{g}} \right)$$

**Problema 4**

Datos:  $m_h = 1 \text{ (ton)}$ , 28% se evapora,  $PC_{\text{gas}} = 46 \text{ (MJ/kg)}$ ,  $T_{Ho} = -5 \text{ (}^\circ\text{C)}$  ,

$C_{\text{agua-sólido}} = 2.1 \text{ (kJ/kg } \Delta^\circ\text{C)}$ , Pérdida calorífica = 30 %,  $P = 10 \text{ (\$/kg)}$ ,  
 $\lambda_{\text{fus-agua}} = 79,6312 \text{ (cal / g)}$ ,  $\lambda_{\text{eb}} = 539,0752 \text{ (cal / g)}$ ,  $CT \text{ (\$)} = ?$

**Solución:**

$$CT = \frac{Q_{\text{TOTAL}}}{\eta PC_{\text{gas}}} P$$

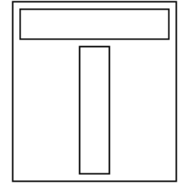
$$\{Q\}_{\text{TOTAL}} = \{Q\}_h + \{Q\}_{Lh} + \{Q\}_{Sh} + \{Q\}_L$$

$$\{Q\}_{\text{TOTAL}} = m_h C_h (T_{\text{fus}} - T_{Ho}) + m_h \lambda_{\text{fus}} + m_h C_{\text{agua}} (T_{\text{eb}} - T_{\text{fus}}) + m_h \lambda_{\text{eb}}$$

$$CT = \$ 262.00$$



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Michael J. Moran

**Problema 5.**

Datos:  $PV^{1.3} = C$ ,  $P_i = 100$  (kPa),  $V_i = 1.3$  (l),  $V_f = 80$  (cm<sup>3</sup>),  $F_f = 160$  (N),  $\varnothing_c = 10$  (cm),  
 $P_{atm} = 101,325$  (kPa),  $g = 9.81$  (m/s<sup>2</sup>),  $T = 26$  (°C)

**Solución:**

$$\{W\}_{Total} = \{W\}_{politrópico} + \{W\}_{fricción}$$

$$\{W\}_{politrópico} = \left( \frac{P_f V_f - P_i V_i}{n-1} \right), \quad \{W\}_{fricción} = \int_i^f F \cdot dl$$

$$\{W\}_{Total} = \left( \frac{P_f V_f - P_i V_i}{n-1} \right) + \frac{4F_f (V_f - V_i)}{\pi \varnothing^2}$$

**$\{W\}_{Total} = 0.5419$  (kJ)**

**Problema 6**

Datos:  $V_i = 20$  (l),  $V_f = 40$  (l),  $P = aV + b$   
 $a = -4000$  (kPa / m<sup>3</sup>),  $b = 320$  (kPa),  $\Delta U = 25$  (kJ).

**Solución:**

$$\{Q\} + \{W\} = \Delta U$$

$$\{Q\} = \Delta U - \{W\}$$

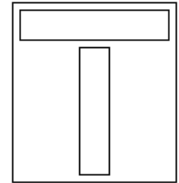
$$\{W\} = - \int_i^f p dv = - \int (aV + b) dV$$

$$\{Q\} = \Delta U - \left[ \frac{a}{2} (V_f^2 - V_i^2) + b (V_f - V_i) \right]$$

**$\{Q\} = 29$  (kJ)**



FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS  
 COORDINACIÓN DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA  
 DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA  
 PRIMER EXAMEN COLEGIADO 2011-1  
 SÁBADO 2 DE OCTUBRE DE 2010, 7:00 (h)



Michael J. Moran

**Problema 7**

Datos:  $m_g = 4 \text{ (g)}$  ,  ${}_1\{Q\}_2 = -5 \text{ (kJ)}$  ,  $T = \text{cte}$  ,  $V = \text{cte}$  ,  ${}_1\Delta U_4 = 8,1452 \text{ (kJ)}$   
 $V_1 = 2.4 \text{ (l)}$  ,  $V_2 = \frac{V_1}{4}$  ,  $V_3 = V_1$  ,  $P_4 = 3P_3$   
 $P = \text{cte}$   ${}_2\{Q\}_3 = 7 \text{ (kJ)}$   ${}_3\Delta U_4 ?$

**Solución:**

$${}_1\{Q\}_2 + {}_1\{W\}_2 + {}_2\{Q\}_3 + {}_2\{W\}_3 + {}_3\{Q\}_4 + {}_3\{W\}_4 = {}_1\Delta U_4 \text{ , como } {}_3\{W\}_4 = 0$$

$${}_1\{Q\}_2 + {}_1\{W\}_2 + {}_2\{Q\}_3 + {}_2\{W\}_3 + {}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 \text{ -----ec A}$$

$$\text{El } {}_1\{W\}_2 = -P(V_2 - V_1) = -P\left(\frac{V_1}{4} - V_1\right) \rightarrow {}_1\{W\}_2 = -0.75 PV_1 \text{ ----- ec 1}$$

$${}_2\{W\}_3 = -P V \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right) \rightarrow {}_2\{W\}_3 = -PV \ln\left(\frac{V_1}{\frac{V_1}{4}}\right) = -PV \ln 4 \text{ ----- ec 2}$$

Del último proceso

$$P_4 = 3P_3 \rightarrow P_3 = \frac{P_4}{3} \text{ sustituyendo en ec 2 } {}_2\{W\}_3 = -\frac{P_4 V_1}{3} \ln 4 \text{ ----- 2'}$$

$$\text{Del proceso isotérmico } P_2 V_2 = P_3 V_3 \rightarrow P_2 = \left(\frac{P_3 V_3}{V_2}\right) = \left(\frac{\frac{P_4 V_1}{3} V_1}{\frac{V_1}{4}}\right) = \frac{3}{4} P_4$$

$$\text{Sustituyendo en ec 1 } {}_1\{W\}_2 = -0.75\left(\frac{3}{4} P_4 V_1\right) \rightarrow {}_1\{W\}_2 = -P_4 V_1 \text{ ----- 1'}$$

De ec A  ${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_1\{W\}_2 - {}_2\{Q\}_3 - {}_2\{W\}_3$  sustituyendo ec 1' y 2'

$${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 + P_4 V_1 - {}_2\{Q\}_3 + \frac{P_4 V_1}{3} \ln 4$$

$${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_2\{Q\}_3 + P_4 V_1 \left(1 + \frac{\ln 4}{3}\right)$$

$${}_3\{Q\}_4 = {}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_2\{Q\}_3 + 1.462 P_4 V_1 \text{ , como } {}_3\{Q\}_4 = {}_3\Delta U_4 \text{ por ser a } V = \text{cte}$$

$$\text{y } \Delta u = \frac{\Delta U}{m}$$

$$\rightarrow {}_3\Delta U_4 = ({}_1\Delta U_4 - {}_1\{Q\}_2 - {}_2\{Q\}_3 + 1.462 P_4 V_1) / m$$

$$\rightarrow \underline{{}_3\Delta U_4 = 1634.98 \text{ (kJ/kg)}}$$