DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
EXAMEN COLEGIADO DE PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO
SEGUNDO EXAMEN FINAL SEMESTRE 2013 – 1
Miércoles 5 de diciembre de 2012, 8:00 horas

Tipo
Henri-Louis Le Châtelier (1850 – 1936)

Resolución

1. Se llena un depósito de 85 [ℓ] con dos líquidos de distintos volúmenes específicos, $v_1 = 2.5 \times 10^{-3}$ [m^3/kg] y $v_2 = 0.9 \times 10^{-3}$ [m^3/kg]. Si la densidad resultante de la mezcla es 785 [kg/m^3] determine las masas de cada líquido utilizado.

$$V_T = 85\ \ell = 0.085\ m^3\ ; \qquad v_1 = 0.0025\ \frac{m^3}{kg}\ , \qquad v_2 = 0.009\frac{m^3}{kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V}\ , \quad m_T = \rho_T V_T\ ; \quad \rho_T = 785\frac{kg}{m^3}; \quad m_T = \left(785\ \frac{kg}{m^3}\right)(\ 0.085\ m^3) = 66.725\ kg$$

$$m_1 + m_2 = m_T \quad , \qquad m_1 + m_2 = 66.725\ [kg] \ldots\ldots (1)$$

por otra parte: $V_1 + V_2 = V_T$, $v = \dfrac{V}{m}$, $V = v\,m$, entonces:

$$v_1 m_1 + v_2 m_2 = V_T\ , \qquad 0.0025\ m_1 + 0.0009\ m_2 = 0.085\ [m^3] \ldots\ldots\ (2)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones formado por (1) y (2):

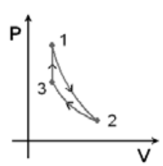
$$\mathbf{m_1 = 15.5922\ [kg]}$$

$$\mathbf{m_2 = 51.1328\ [kg]}$$

2. Un gas ideal se encuentra inicialmente a una temperatura $T_1 = 26.85$ [°C], a una presión absoluta de 10^5 [Pa] y ocupa un volumen de 0.4 [m^3]. El gas se expande adiabáticamente hasta ocupar un volumen de 1.2 [m^3]. Posteriormente se comprime isotérmicamente hasta alcanzar un volumen de 0.4 [m^3]; finalmente regresa a su estado inicial (1) mediante un proceso isométrico. Considerando que el índice adiabático del gas es 1.4, determine:

a) El número de moles del gas.
b) La presión y temperatura al término de la expansión adiabática.
c) El cambio de energía interna para el proceso de compresión.

$T_1 = 300$ K
$P_1 = 10^5$Pa
$V_1 = 0.4\ m^3 = V_3$
$V_2 = 1.2\ m^3$



a) $PV = nR_uT$, $\quad n = \dfrac{P_1V_1}{R_uT_1} = \dfrac{(10^5 Pa)(0.4\ m^3)}{\left(8.314\ \frac{J}{mol\cdot K}\right)(300\ K)}$, $\qquad \mathbf{n = 16.0372\ [mol]}$

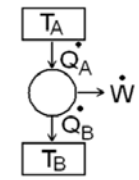
b) para el proceso adiabático: $\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^k = \dfrac{P_2}{P_1}$ $\qquad P_2 = P_1\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^k = (\ 10^5 Pa)\left(\dfrac{0.4\ m^3}{1.2\ m^3}\right)^{1.4}$

$$\mathbf{P_2 = 21\,479.8\ [Pa]}$$

$P_2V_2 = nR_uT$, $\quad T_2 = \dfrac{P_2V_2}{nR_u} = \dfrac{(21\,479.8\ Pa)(1.2\ m^3)}{(16.0372\ mol)\left(8.314\ \frac{J}{mol\cdot K}\right)}$, $\qquad \mathbf{T_2 = 193.32\ [K]}$

c) para el proceso isotérmico de compresión: $T_2 = T_3$, por lo tanto: $\qquad \mathbf{\Delta U_{23} = 0\ [J]}$

3. Una máquina de vapor que opera entre dos depósitos térmicos a temperaturas de 480 [°C] y 27 [°C] tiene una eficiencia del 40%. Si la máquina entrega 1 200 [kW] de potencia mecánica, determine la generación de entropía en cada unidad de tiempo que genera dicha máquina.



$T_A = 480\ °C = 753.15$ [K] , $\qquad T_B = 27\ °C = 300.15$ [K]

$\dot{W} = 1200$ [kW]

$$\Delta S_B = \int \frac{\delta Q_B}{T_B} = \frac{1}{T_B} Q_B\ , \text{ entonces: } \qquad \Delta\dot{S}_B = \frac{1}{T_B}\ \dot{Q}_B$$

por otra parte: $\dot{Q}_A = \dot{W} + \dot{Q}_B$, $\quad \dot{Q}_B = \dot{Q}_A - \dot{W}$, $\quad \eta = \dfrac{\dot{W}}{\dot{Q}_A}$,

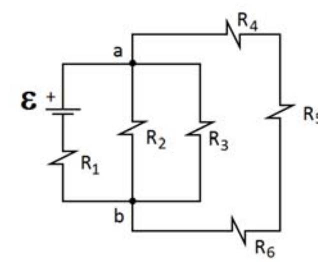
$$\dot{Q}_A = \frac{\dot{W}}{\eta} = \frac{1\,200\ kW}{0.4} = 3\,000\ kW\ , \qquad \dot{Q}_B = (\ 3\,000\ kW\ ) - (\ 1\,200\ kW\ ) = 1\,800\ kW$$

$$\Delta\dot{S}_B = \frac{1}{300.15\ K}(\ 1\,800\ kW\ )\ , \qquad \mathbf{\Delta\dot{S}_B = 5\,997\left[\frac{J}{K\cdot s}\right]}$$

4. Para el circuito eléctrico que se muestra, determine:

a) La corriente eléctrica en el resistor R_1.
b) La diferencia de potencial entre los nodos a y b, es decir V_{ab}.
c) La corriente eléctrica en el resistor R_3.
d) La potencia que disipa en forma de calor el resistor R_2.

$\varepsilon = 22.5$ [V]
$R_1 = R_4 = R_5 = R_6 = 6$ [Ω]
$R_2 = R_3 = 18$ [Ω]

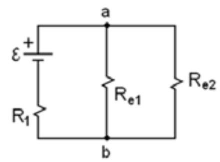


a) $R_{e1} = \dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \dfrac{18(18)}{18+18}\,\Omega = \; 9\Omega$

$R_{e2} = \; R_4 + R_5 + R_6 = (6+6+6)\,\Omega = 18\,\Omega$

$R_{ab} = \dfrac{R_{e1} R_{e2}}{R_{e1} + R_{e2}} = \dfrac{9\,(18)}{9+18}\;\Omega = 6\,\Omega$

$R_{eq} = \; R_1 + R_{ab} = \; (6\,\Omega) + (6\,\Omega) = 12\,\Omega$



$\mathcal{E} = \; R_{eq} I_{R1}$, $\quad I_{R1} = \dfrac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \dfrac{22.5\text{ V}}{12\,\Omega}$, $\quad \mathbf{I_{R1} = \; 1.875\;[A]}$

b) $V_{ab} = \; R_{ab} I_{R1} = \; (6\,\Omega)(1.875\text{ A})$, $\quad \mathbf{V_{ab} = 11.25\;[V]}$

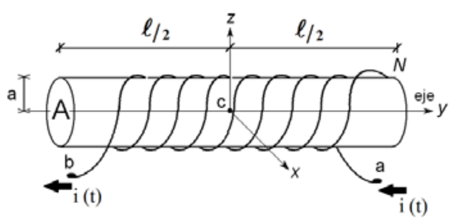
c) $V_{ab} = R_3 I_{R3}$, $\quad I_{R3} = \dfrac{V_{ab}}{18\,\Omega} = \dfrac{11.25\text{ V}}{18\,\Omega}$, $\quad \mathbf{I_{R3} = 0.625\;[A]}$

$P_{R2} = \; R_2 {I_{R2}}^2 \quad I_{R2} = \dfrac{V_{ab}}{18\,\Omega} = 0.625\text{ A}$; $\quad P_{R2} \; = (18\,\Omega)(0.625\text{ A})^2$

$\mathbf{P_{R2} \; = \; 7.0313\;[W]}$

5. Un solenoide, como el que se muestra en la figura, está formado por 1500 espiras circulares de 1.5 [cm] de radio y una resistencia de 30 [Ω]. Si el campo magnético en el inductor varía de manera que, de $t_0 = 0$ [s] a 0.1 [s], cambia de 0.5 [T] a 0 [T], determine:

a) El flujo magnético, en función del tiempo, en la sección transversal del solenoide.
b) La diferencia de potencial inducida v_{ba}. en t = 0.05 [s]. Indique qué punto está a mayor potencial.



a) Con base en la información dada: $B\,(t) = \dfrac{(0-0.5)\text{T}}{(0.1-0)\text{s}}\,t\,[s] \; = -5\left[\dfrac{T}{s}\right] t\,[s] + \; 0.5\,[T]$;

por otra parte: $\phi = \iint \vec{B}\cdot\vec{ds} = \iint |\vec{B}||\vec{ds}|\cos\propto = \; B \iint ds = \; BA$, $\quad$ donde $A = \pi\, a^2$;

entonces: $\phi\,(t) = (-5\,t + 0.5)(\pi\, a^2)[\text{Wb}] = \; -5\,\pi\, a^2\, t + 0.5\,\pi\, a^2$

$\boldsymbol{\phi\,(t) = \; -3.5343\;\left[\frac{mWb}{s}\right] t[s] + \; 0.3534\;[mWb]}$

b) Con base en la Ley de Faraday: $|\mathcal{E}| = \left|-N\dfrac{d\phi}{dt}\right| = \; \left|-N\dfrac{d}{dt}[(-3.5343\,t + 0.3534)\text{mWb}\,]\right|$

$|\mathcal{E}| = (1\,500)\left[3.5343\,(10^{-3})\dfrac{\text{Wb}}{\text{s}}\right] = 5.3015\text{ V}$;

de acuerdo con el Principio de Lenz : $v_b > \; v_a$

por lo tanto: $\; v_{ba} > 0$, $\quad$ entonces $\quad \mathbf{v_{ba} = \; 5.3015 \;\; [V]}$

"b" está a mayor potencial

2012 AÑO INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA SOSTENIBLE PARA TODOS