DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
EXAMEN COLEGIADO DE PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y ELECTROMAGNETISMO (1314)
PRIMER EXAMEN FINAL SEMESTRE 2015 – 1
Viernes 28 de noviembre de 2014, 15:30 horas

Tipo
Paul Adrien Maurice Dirac (1902 – 1984)

Resolución

1. La presión absoluta de un gas dentro de un tanque es 85 [kPa] y la del ambiente del lugar es 72.8 [cm de Hg]; la aceleración gravitatoria del lugar es 9.8 [m/s²]. Si se conecta en el fondo del tanque un manómetro diferencial, en forma de tubo en U, que utiliza mercurio (δ_{Hg} = 13.595 [1]) ¿qué desnivel se tendría entre los meniscos del mercurio en dicho dispositivo? ¿estaría operando como manómetro, vacuómetro o barómetro ? Justifique su respuesta.

$P_{gas} = 85\,000$ [Pa] , $\quad P_{atm} = 75.8$ [cm Hg] , $\quad P_{atm} = \rho_{Hg}\, g\, h_{bar} = \delta_{Hg}\rho_a g\, h_{bar}$

$$P_{atm} = (13.595)\left(10^3\left[\frac{kg}{m^3}\right]\right)\left(9.8\left[\frac{m}{s^2}\right]\right)(0.728\,[m]) = \mathbf{96\,992.17\,[Pa]}\,, \qquad P_g - P_{atm} = -\rho_{Hg}\, g\,(\Delta z)$$

$$\Delta z = \frac{P_{gas} - P_{atm}}{-\rho_{Hg} g} = \frac{P_{gas} - P_{atm}}{-\delta_{Hg}\rho_a g} = \frac{(85\,000 - 96\,992.17\,)[Pa]}{-(13.595)\left(10^3\left[\frac{kg}{m^3}\right]\right)\left(9.8\left[\frac{m}{s^2}\right]\right)}$$

$$\mathbf{\Delta z = 9\,[cm]} \quad \textbf{como } \mathbf{P_{gas} < P_{atm}} \rightarrow \textbf{es un vacuómetro}$$

2. En un recipiente de paredes adiabáticas se mezclan 230 [g] de agua líquida a 0 [°C] con 1.2 [kg] de hielo a – 10 [°C] hasta que se equilibran térmicamente. Determine:

a) La temperatura de equilibrio de la mezcla.
b) El cambio total de entropía en el proceso.

Sistema termodinámico: contenido en el recipiente de paredes adiabáticas (sistema aislado);

hipótesis: queda una mezcla de hielo y agua líquida a 0 [°C].

$T_{iH} = -10$ [°C] = 263.15 [K] , $\quad T_{fus} = 0$ [°C] = 273.15 [K]

a) como es un sistema aislado: $Q = 0$ [J] , $\quad Q_H + Q_L = 0$

$m_H c_H (T_{fus} - T_{iH}) + (-m_{LS} h_{fus}) = 0$, $\quad$ donde m_{LS} es la masa del líquido que se solidifica

$$m_{LS} = \frac{m_H c_H (T_{fus} - T_{iH})}{h_{fus}}$$

$$m_{LS} = \frac{(1.2\,[kg])\left(2\,220\left[\frac{J}{kg\bullet °C}\right]\right)[0-(-10)][°C]}{333\times10^3\left[\frac{J}{kg}\right]} = 0.08\ \ [kg]\,, \qquad \mathbf{T_{eq} = 0\,[°C]}$$

b) $\Delta S = \Delta S_H + \Delta S_L$, $\quad \Delta S_{12} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$

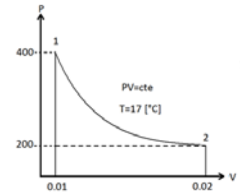
$$\Delta S_{12} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}\bigg|_H + \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}\bigg|_L = m_H c_H \mathrm{Ln}\left(\frac{T_{fus}}{T_{iH}}\right) + \frac{1}{T_{fus}}(-m_{LS}h_{fus})$$

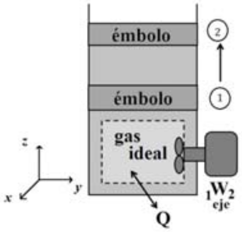
$$\Delta S_{12} = (1.2\,[kg])\left(2220\left[\frac{J}{kg\bullet K}\right]\right)\mathrm{Ln}\left(\frac{273.15\,[K]}{263.15\,[K]}\right) + \frac{1}{273.15\,[K]}\left(-(0.08\,[kg])\left(333\,000\left[\frac{J}{kg}\right]\right)\right)$$

$$\Delta S_{12} = 99.3589\left[\frac{J}{kg}\right] - 97.5288\left[\frac{J}{K}\right]\,, \qquad \mathbf{\Delta S_{12} = 1.83\left[\frac{J}{K}\right]}$$

3. En el interior de un dispositivo cilindro-émbolo (como el que se muestra) se tiene aire en condiciones iniciales de 400 [kPa] y 0.01 [m³]. Una rueda de paletas suministra energía por medio de un trabajo de eje de 1 131 [J]. La temperatura del aire permanece constante a 17 [°C] durante el proceso, mientras que su volumen se duplica como indica la gráfica. Determine:

a) La magnitud del calor transferido, en [kJ]. Interprete el signo del resultado.
b) La variación de la energía interna y de la entropía del aire, durante el proceso.





a) Sistema termodinámico: aire en el dispositivo cilindro − émbolo (sistema cerrado)

$_1Q_2 + {}_1W_2 = \Delta U_{12}$, $\quad$ como es un proceso isotérmico y se trata de gas ideal: $\Delta U_{12} = 0$

entonces $\;{}_1Q_2 = -\,{}_1W_2$, $\quad {}_1W_2 = W_{eje} + W_{exp}$

$$W_{exp} = -\int_1^2 P dV = -c\,\mathrm{Ln}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)\,, \qquad \text{donde } \ c = P\,V \ \text{ (constante)}$$

$$W_{exp} = P_1\,V_1\,\mathrm{Ln}\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = P_1\,V_1\,\mathrm{Ln}\left(\frac{2V_1}{V_1}\right) = -P_1\,V_1\,\mathrm{Ln}(2)$$

$$W_{exp} = -(400\times10^3\,[Pa])(0.01\,[m^3])\mathrm{Ln}(2) = -2\,772.5887\,[J]$$

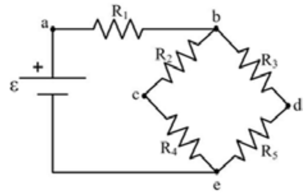
$$_1W_2 = (1\,131\,[J]) - (2\,772.5887\,[J]) = -1\,641.5887\,[J]$$

$$_1Q_2 = -(-\,1\,641.5887\,[J])\,, \qquad \mathbf{{}_1Q_2 = 1\,641.5887\,[J]}\ \textbf{, el aire recibe energía}$$

b) $\Delta S_{12} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \frac{1}{T}\,{}_1Q_2 = \frac{1}{290.15\,[K]}(1\,641.5887\,[J]\,)$

$$\mathbf{\Delta S_{12} = 5.6577\left[\frac{J}{K}\right]}\,, \qquad \mathbf{\Delta U_{12} = 0}$$

4. Para la conexión de resistores que se muestra, determine:



a) La corriente eléctrica que circula por la fuente ε.
b) La potencia eléctrica que disipa el resistor R_4.
c) La diferencia de potencial V_{bc}.
d) La corriente eléctrica en el resistor R_5.

$\varepsilon = 7.5$ [V],
$R_1 = 25$ [Ω], $R_2 = 70$ [Ω], $R_3 = 20$ [Ω], $R_4 = 30$ [Ω], $R_5 = 80$ [Ω]

a) $R_{24} = R_2 + R_4 = (70 + 30)[\Omega] = 100\ [\Omega]$, $\quad R_{35} = R_3 + R_5 = (20 + 80\ )\ [\Omega] = 100\ [\Omega]$

$$R_{be} = \frac{R_{24}R_{35}}{R_{24} + R_{35}} = \frac{(100)(100)}{100 + 100}\ [\Omega] = 50\ [\Omega]\ , \qquad R_{ae} = R_1 + R_{be} = (25 + 50\ )[\Omega] = 75\ [\Omega]$$

$$\varepsilon = I\,R_{ae}\ , \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{ae}} = \frac{7.5\ [V]}{75\ [\Omega]}\ , \quad \mathbf{I = 0.1\ [A]}$$

b) $P_{R4} = R_4(I_{R4})^2$, $\quad V_{be} = R_{be}I = (50\ [\Omega])(0.1\ [A]) = 5\ [V]$

$$I_{R4} = \frac{V_{be}}{R_{24}} = \frac{5\ [V]}{100[\Omega]} = 0.05\ [A]\ , \quad P_{R4} = (30\ [\Omega])(0.05\ [A])^2\ , \qquad \mathbf{P_{R4} = 75\ [mW]}$$

c) $V_{bc} = R_2 I_{R2}$, $\qquad I_{R2} = I_{R4} = 0.05\ [A]$

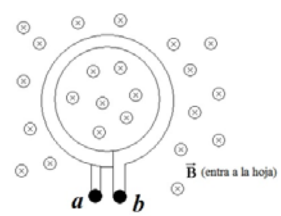
$$V_{bc} = (70\ [\Omega])(0.05\ [A])\ , \quad \mathbf{V_{bc} = 3.5\ [V]}$$

d) $P_{R5} = R_5(I_{R5})^2$, $\quad I_{R2} = \dfrac{V_{bc}}{R_2} = \dfrac{3.5\ [V]}{70[\Omega]} = 0.05\ [A]$, $\quad I = I_{R2} + I_{R3}$,

$$I_{R3} = I - I_{R2} = (0.1 - 0.05)[A]\ , \quad I_{R5} = I_{R3}\ , \quad P_{R5} = (80\ [\Omega])(0.05\ [A])^2\ , \qquad \mathbf{P_{R4} = 0.2\ [W]}$$

5. En la figura se muestra una bobina, de 2000 vueltas, de 2.5 [cm] de radio y resistencia de 2 [Ω]. Se sabe que la magnitud del campo magnético está dado por B (t) = 0.6 + 4 t, donde B está en [T] y t en [s]. Determine:

a) El flujo magnético, en función del tiempo, que atraviesa la bobina. Exprese el resultado en [mWb].
b) La diferencia de potencial V_{ab}. Indique cuál de los puntos *a* o *b* está a mayor potencial eléctrico.



a) $\phi = \iint \vec{B}\cdot\vec{ds} = \iint |\vec{B}|\cdot|\vec{ds}|\cos\ \alpha$, $\quad \alpha = 0$, $\qquad \cos\ \alpha = 1$

$$\phi = \iint B ds = B \iint ds = B\,A\ , \text{ entonces } \ \phi(t) = B(t)\,A = B(t)\,\pi\,r^2$$

$$\phi(t) = (0.6 + 4t)\,\pi\,(0.025\ [m])^2 = (1.178 + 7.854\ t)(10^{-3})\ [Wb]$$

$$\boldsymbol{\phi(t) = 1.178 + 7.854\ t\ [mWb]}$$

$$|v_{ab}| = \left|N\frac{d\phi}{dt}\right| = N\frac{d}{dt}\ (1.178 + 7.854\ t)(10^{-3})\ \ [V]$$

$|v_{ab}| = (2000)(10^{-3})(7.854\ )\ [V] = 15.708\ [V]$, con base en el Principio de Lenz: $v_a > v_b$

$$\mathbf{V_{ab} = +15.708\ [V]}$$