Física 2

Taller #4

SOLUCIONES.

- Ejercicio 20.22

Como el agua está cambiando de fase debemos tener encuenta el calor latente de fusión $Q = mL_f$. $L_f = 334 \times 10^3\ J/kg$.

Para un ciclo de Carnot, tenemos:

$$\frac{Q_c}{Q_H} = \frac{T_c}{T_H},$$

y el trabajo $W = Q_c + Q_H$.

$$Q_c = -mL_f = -1,33 \times 10^4\ J$$

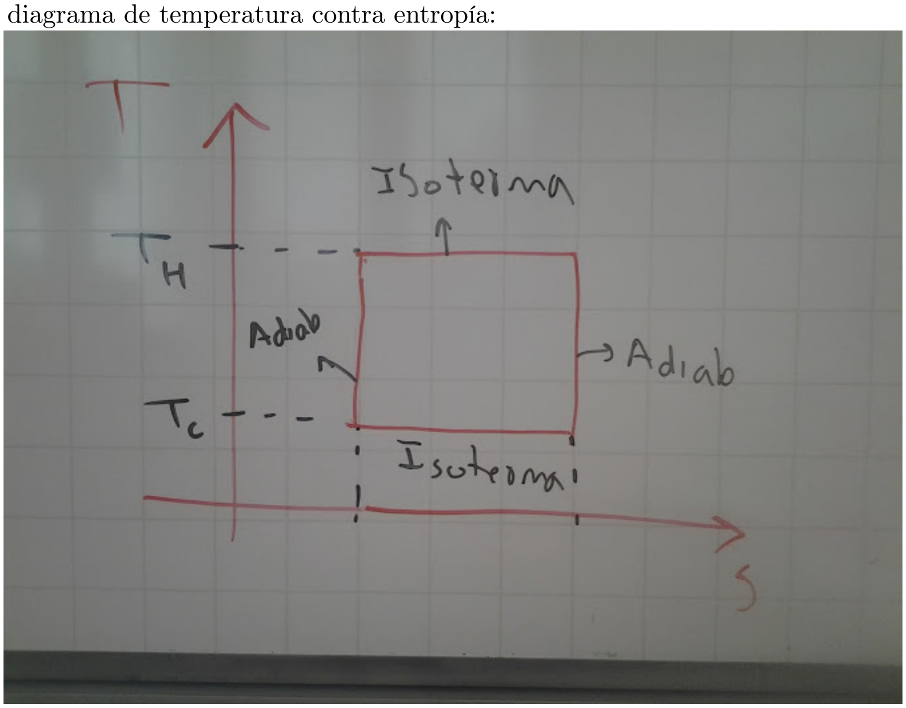
$$Q_H = -\left(\frac{T_H}{T_c}\right) Q_c = -1,82 \times 10^4\ J$$

entonces:

$$W = Q_c + Q_{Hc} = 4.8 \times 10^3\ J$$

- Ejercicio 20.60

Un diagrama de temperatura contra entropía:



b) Sabemos que para un proceso reversible la variación de entropía en terminos de la temperatura:

$$
\begin{aligned}
dS &= \frac{dQ}{T} \\
\int T dS &= \int dQ
\end{aligned}
$$

lo cual, muestra que el área bajo la curva en el plano TS.

c) La eficiencia, se escribe como $\eta = W/Q_H$; que en terminos de la temperatura la deberia escribir como:

$$
\eta = \frac{T_H - T_c}{T_H}.
$$

Soluciones

20.15

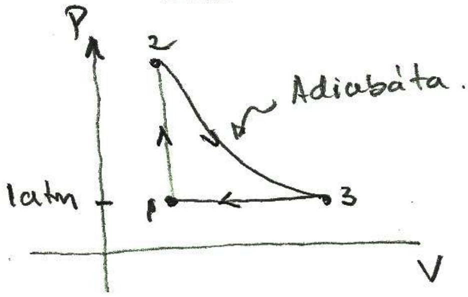
$$\varepsilon = \frac{W}{Q_c} \Rightarrow Q_c = \frac{W}{\varepsilon} = \frac{2.5\times10^4 J}{0.59} = 4.24\times10^4 J.$$

$$W = Q_c - Q_f \Rightarrow Q_f = Q_c - W = 4.24\times10^4 - 2.5\times10^4 = 1.74\times10^4 J$$

Como $\frac{T_c}{T_f} = \frac{Q_c}{Q_f} \Rightarrow T_c = T_f\left(\frac{Q_c}{Q_f}\right) = 293.15\left(\frac{4.24\times10^4}{1.74\times10^4}\right)$

$$T_c = 714 K.$$

20.40



$T_1 = 300K$ $\quad n = 0.350$ mol

$T_2 = 600K$ $\quad \gamma = 1.4$

$T_3 = 492K.$

(a) De $1\to2$ es isocórico luego se tiene que

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = P_1\frac{T_2}{T_1} = (1)\left(\frac{600}{300}\right) = 2atm.$$

$$P_2 = 2atm.$$

De $2\to3$ es adiabático, luego se tiene que

$$P_2V_2^\gamma = P_3V_3^\gamma \quad y \quad V_1 = V_2 = \frac{nRT_1}{P_1} = 8.64\times10^{-3} m^3.$$

luego $V_3 = V_2\left(\frac{P_2}{P_3}\right)^{1/\gamma} = 14.2\times10^{-3} m^3.$

(b) (i) $Q_{12} = nC_v\Delta T_{12} = (0.350)(5/2 R)(600-300) = 2181 J.$

$W_{12} = 0$ (isocórico) luego $\Delta U_{12} = Q_{12} = 2181 J.$

(ii) $Q_{23} = 0$ (adiabático) y $-W_{23} = \Delta U_{23}$

$\Delta U_{23} = nC_v(T_3 - T_2) = (0.350)(5/2 R)(492-600) = -785 J.$

(iii) $Q_{31} = nC_p\Delta T = (0.350)\left(\frac{7}{2}R\right)(300-492) = -1955\ J.$

$W_{31} = P\Delta V_{31} = (1.01\times10^5)(8.64\times10^{-3} - 14.2\times10^{-3}) = -562\ J.$

$\Delta U_{31} = Q_{31} - W_{31} = -1393\ J.$

(c) $W_{1231} = 0 + 785 - 562 = 223\ J.$

(d) $Q_{1231} = 2181 + 0 - 1955 = 226\ J.$

por cifras significativas aproximadamente se ve que

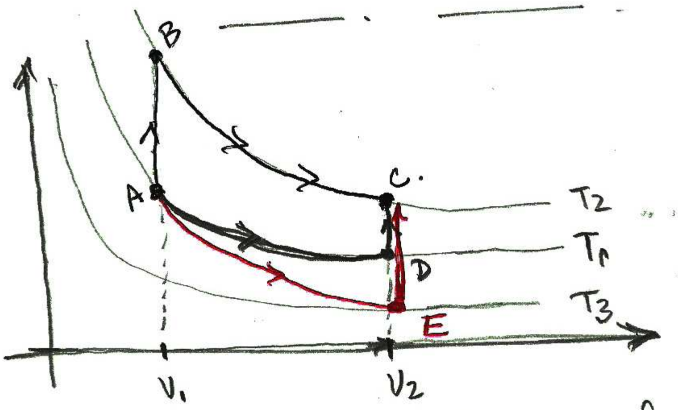
$$\Delta U_{1231} \approx 0 = Q_{1231} - W_{1231}$$

(e) $e = \frac{W}{Q_c} = \frac{223}{2181} = 10.2\%$; $\varepsilon_c = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 1 - \frac{300}{600} = 0.5 = 50\%.$

(8) $\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T}\int dQ = \frac{Q}{T} = \frac{mL_f}{T} = \frac{(1\ kg)(334\times10^3\ J/kg)}{273\ K}$

$$\Delta S = 1.22\times10^3\ J/K.$$

(9)



$$\Delta S_{ABC} = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} = \int \frac{dQ_{AB}}{T} + \int \frac{dQ_{BC}}{T}$$

$$= \int nC_v\frac{dT}{T} + \frac{1}{T}\int dQ = nC_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + \frac{Q}{T}$$

pero $Q = W$ en un proceso isotérmico, luego

$$\Delta S_{ABC} = nC_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + nR\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Delta S_{ADC} = \Delta S_{AD} + \Delta S_{DC} = \int \frac{dQ_{AD}}{T} + \int \frac{dQ_{DC}}{T}.$$

$$= nR\,Ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + nC_v\,Ln\left(T_2/T_1\right)$$

$$\Delta S_{AED} = \Delta S_{AE} + \Delta S_{ED} = \int \frac{dQ_{AE}}{T} + \int \frac{dQ_{ED}}{T}.$$

pero $dQ_{AE} = 0$ (adiabático), luego.

$$\Delta S_{AED} = \int \frac{nC_v\,dT}{T} = nC_v\,Ln\left(T_2/T_3\right).$$

---

(10) En general se tiene que $dU = dQ - dW$.

luego $nC_v\,dT = dQ - p\,dV$ como $P = \frac{nRT}{V}$

$\Rightarrow$ $nC_v\,dT = dQ - nRT\frac{dV}{V}$, dividiendo todo por T para poder integrar.

$$nC_v\frac{dT}{T} = \frac{dQ}{T} - nR\frac{dV}{V},$$ luego.

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = nC_v\int\frac{dT}{T} + nR\int\frac{dV}{V},$$ luego.

$$\Delta S = nC_v\,Ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nR\,Ln\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

para un ciclo. $T = T_0$ y $V = V_0$, luego. $\Delta S = 0$.
es decir, no varía.

Ahora $dU = dQ - dW = T\,dS - p\,dV$.
como en un ciclo $dS = 0$: y $dV = 0$ $\Rightarrow$ $dU = 0$.
luego para una maquina se tendría el caso ideal

$$Q = W.$$

De la definición de eficiencia se tiene que

$$\varepsilon = \frac{W}{Q} \Rightarrow \varepsilon = 1$$ (¡Máquina ideal!).

Ejer. 20.5

$P_M = 330MW \Rightarrow$ asociado al Trabajo Mecanico $\Rightarrow P = \frac{Q}{t}$ ó $P = \frac{W}{t}$

$P_R = 1300MW \Rightarrow$ asociado al Calor Q_H

a) $e = ?$ $\Rightarrow e = \frac{W_M}{Q_H} \Rightarrow W_M = P_M/t$

$Q_H = P_R/t$

$e = \frac{330\cancel{MW}/\cancel{t}}{1300\cancel{MW}/\cancel{t}} = 0.25$

b) $P_C \Rightarrow$ asociado al Calor Q_C

$W = |Q_H| - |Q_C| \Rightarrow$ Dividiendo toda la ecuacion por t

$\frac{W}{P} = \frac{|Q_H|}{t} - \frac{|Q_C|}{t} \Rightarrow P_M = |P_R| - |P_C| = |P_C| = |P_R| - P_M$

$|P_C| = 970\ MW$

Ejer. 20.26

$M_1 = 270\ Kg$ a $T_1 = 30°$ $\Rightarrow$ $T_{01} = 303.15\ °K$ $\Rightarrow$ Sistema 1

$M_2 = 5.00\ Kg$ a $T_2 = 100°C$ $\Rightarrow$ $T_{02} = 373.15\ °K$ $\Rightarrow$ Sistema 2

a) Proceso Irreversible $\Rightarrow$ No es posible llegar a la Configuración Inicial Partiendo de la Configuración final

b) Se supone un Sistema aislado!

$$\Delta Q_T = 0 = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 = 0$$

$$= M_1 C \Delta T_1 + M_2 C \Delta T_2 = 0$$

$$= m_1 C (T_f - T_{01}) + M_2 C (T_f - T_{02}) = 0$$

$$= M_1 C T_f - M_1 C T_{01} + M_2 C T_f - M_2 C T_{02} = 0$$

$$= T_f \cancel{C} (M_1 + M_2) = \cancel{C} (M_1 T_{01} + M_2 T_{02}) \Rightarrow T_f = \frac{M_1 T_{01} + M_2 T_{02}}{M_1 + M_2} = \underline{304.42\ °K}$$

c) $\Delta S_T = ?$ $\Rightarrow$ $\Delta S_T = \Delta S_1 + \Delta S_2$ $\Rightarrow$ $dS = \frac{dQ}{dt}$ $=$ $\Delta S = \int \frac{dQ}{dt} = mC \ln\left(\frac{T_f}{T_0}\right)$

$$\Delta S_T = M_1 C \ln\left(\frac{T_f}{T_{01}}\right) + M_2 C \ln\left(\frac{T_f}{T_{02}}\right) = \underline{470\ \frac{J}{°K}}$$

Problema 7

Expansion Libre (Proceso Irreversible) $\longrightarrow$ Expansion Isoterma (P. reversible)

$\Delta U = 0 \Rightarrow T = Cte$

$W = 0 \quad \Rightarrow V_0 \rightarrow V_f$

$\Delta Q = 0$

$T = Cte$

$V_0 \rightarrow V_f$

Cambio de entropia para el proceso Isotermo

Partiendo de la primera Ley de la Termodinamica

$du = dQ - dW \Rightarrow$ Para $T = ct \Rightarrow du = 0$

$dQ = dW \Rightarrow dQ = Tds$ y $dW = PdV$

$Tds = PdV \Rightarrow ds = \frac{P}{T} dV \Rightarrow$ Ecuación de estado $PV = nRT$

$$\frac{P}{T} = \frac{nR}{V}$$

$$ds = \frac{nR}{V} dV \Rightarrow \Delta S = nR \int_{V_0}^{V_f} \frac{dV}{V}$$

$$\Delta S = nR \ln\left(\frac{V_f}{V_0}\right)$$