1. Un mol de gas ideal ($C_v = {}^3/_2\,R$) realiza el siguiente ciclo:

AB) Se expande contra una presión exterior constante, en contacto térmico con una fuente de calor a 300°K, desde V_A = 10 litros hasta el volumen de equilibrio con la presión externa, V_B = 20 litros.

BC) Se traba el volumen en 20 litros, y se pone el gas en contacto térmico con una fuente de calor a 200°K hasta llegar al equilibrio.

CD) Manteniéndolo en contacto térmico con esta última fuente, se lo comprime reversiblemente hasta volver al volumen inicial.

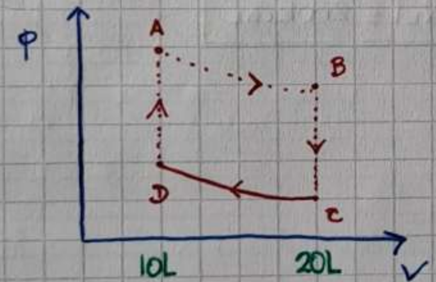
D~~E~~A) Trabando el volumen en 10 litros, se pone el gas en contacto térmico con la fuente a 300°K, hasta llegar al equilibrio.

a) Calcule el trabajo entregado por el gas en cada etapa del ciclo.

b) Calcule el trabajo total entregado. ¿Varió la energía interna del gas respecto del valor inicial al completarse el ciclo? En base a su respuesta, indique el calor INTERCAMBIADO ~~absorbido~~ por el gas durante el ciclo.

c) Calcule el calor total que entregó cada una de las fuentes. ¿Cuál perdió calor? ¿Cuál lo ganó?

d) Calcule la eficiencia del ciclo, definida como $\varepsilon = {}^{W}/_{Q_1}$, donde Q_1 es el calor total absorbido de la fuente a 300°K).



a) $W_{AB} = P_{ext}\,\Delta V = \dfrac{mRT_F}{V_F}(V_F - V_i)$

$= \dfrac{1mol \times 0{,}08206\ ATM\,L/mol\,K\ 300K}{20L}(20L - 10L) \Rightarrow \boxed{W_{AB} = 12{,}3\,ATM\,L}$

$\boxed{W_{BC} = 0}$ porque $\Delta V = 0$;

$W_{CD} = \int_{V_i}^{V_F} p\,dV = mRT\int_{V_i}^{V_F} \frac{1}{V}\,dV = mRT\ln\left(\frac{V_F}{V_i}\right) = 1mol \times 0{,}08206\,\frac{ATM\,L}{mol\,K} \times 200K \ln\left(\frac{10L}{20L}\right) \Rightarrow \boxed{W_{CD} = -11{,}4\,ATM\,L}$

$\boxed{W_{DA} = 0}$ porque $\Delta V = 0$

b) $W_{TOTAL} = \sum_{i="A"}^{"A"} W_i = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} \rightarrow \boxed{W_T = 0{,}9\,ATM\,L}$

No varía U porque como es una función de estado y vuelve al mismo estado inicial $\rightarrow \Delta U\big|_{ciclo} = 0 \longrightarrow Q_T = W_T \longrightarrow \boxed{Q_{INT} = 0{,}9\,ATM\,L}$

c) $Q_{AB} \rightarrow \Delta U_{AB} \overset{T = cte}{=} 0 \rightarrow \boxed{Q_{AB} = W_{AB} = 12{,}3 \text{ ATM L}}$

$Q_{BC} \rightarrow Q_{BC} = m C_V (T_C - T_B) = 1 \text{MOL}\ \frac{3}{2} R\ (200K - 300K) = \boxed{-12{,}3 \text{ ATM L}}$

$Q_{CD} \rightarrow \Delta U_{CD} \overset{T = cte}{=} 0 \rightarrow \boxed{Q_{CD} = W_{CD} = -11{,}4 \text{ ATM L}}$

$Q_{DA} \rightarrow Q_{DA} = m C_V (T_A - T_D) = 1 \text{MOL}\ \frac{3R}{2}\ (300K - 200K) = \boxed{12{,}3 \text{ ATM L}}$

Entonces, $\boxed{\begin{array}{l} Q_{300K} = Q_{AB} + Q_{DA} = 24{,}6 \text{ ATM L} \\ Q_{200K} = Q_{BC} + Q_{CD} = -23{,}7 \text{ ATM L} \end{array}}$ ← la fuente a 300K entrega calor → pierde calor

← la fuente a 200K ~~cede~~ absorbe calor

d) $\epsilon = \frac{W_T}{Q_H} = \frac{0{,}92 \text{ ATM L}}{24{,}6 \text{ ATM L}} \rightarrow \boxed{\epsilon = 0{,}037}$

2. Se tiene una máquina térmica reversible que opera según el ciclo de Carnot entre dos fuentes de calor a temperaturas T_1 y T_2, siendo $T_1 > T_2$. Si dicha máquina toma 500kcal de la fuente a temperatura T_1 y entrega un trabajo equivalente a 300kcal, ¿qué cantidad de calor se entrega a la fuente fría y cuánto vale la eficiencia (rendimiento) de dicha máquina?

Ciclo $\rightarrow \Delta U = 0 \rightarrow W = Q = Q_H - |Q_L| \rightarrow |Q_L| = Q_H - W$

$= 500\text{kCAL} - 300\text{kCAL}$

$\rightarrow \boxed{|Q_L| = 200\text{kCAL}}$

$\epsilon = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$
↓
CARNOT

$\epsilon = \frac{300\text{kCAL}}{500\text{kCAL}} \rightarrow \boxed{\epsilon = 0{,}6}$

3. Si una máquina de Carnot opera entre dos fuentes, entregando un trabajo equivalente a 500kcal y devolviendo a la fuente fría 300 kcal, ¿cuál es la relación entre las temperaturas absolutas de dichas fuentes?

$W_T = Q_H - |Q_L| \rightarrow Q_H = W + |Q_L| = 500\text{kCAL} + 300\text{ kCAL} \rightarrow Q_H = 800\text{kCAL}$

$\epsilon = \frac{W_T}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \rightarrow \frac{500}{800} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \rightarrow \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{5}{8} \rightarrow \frac{T_L}{T_H} = 0{,}375 \rightarrow \boxed{\frac{T_H}{T_L} = 2{,}67}$

4. Supóngase una máquina de Carnot operando entre dos fuentes.

a) Si se quiere obtener un trabajo con una eficiencia del 6% y se cuenta con una fuente fría cuya temperatura es de 300°K, ¿a qué temperatura deberá estar la fuente caliente?

b) Si con la misma máquina y las mismas fuentes, se quiere obtener un trabajo equivalente de 100kcal, ¿cuánto vale el calor extraído de la fuente caliente, y cuánto vale el calor entregado a la fuente fría?

a) $\epsilon_{CARNOT} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \rightarrow \frac{T_L}{T_H} = 1 - \epsilon \rightarrow \frac{T_L}{1-\epsilon} = T_H \rightarrow \boxed{T_H = 320K = 46°C}$

b) $\epsilon = \frac{W_T}{Q_H} \rightarrow Q_H = \frac{W_T}{\epsilon} \rightarrow \boxed{Q_H = 1667 \, kCAL}$; $-|Q_L| + Q_H = W_T$

$\rightarrow |Q_L| = Q_H - W \rightarrow \boxed{|Q_L| = 1567 \, kCAL}$

5. Supóngase tener una máquina de Carnot operando como refrigerador, entre las temperaturas de 277°K y 300°K.

a) ¿Cuánto vale su eficiencia?

b) Si se desean extraer 200 calorías de la fuente fría, ¿qué cantidad de trabajo habrá que entregarle y qué cantidad de calor se entrega a la fuente caliente?

a) $\eta = \frac{Q_L}{|W_T|} \underset{CARNOT}{\overset{\downarrow}{=}} \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{277K}{[300-277]K} \rightarrow \boxed{\eta = 12}$

b) $W_T = \frac{Q_L}{\eta} = \frac{200 \, CAL}{12} \rightarrow \boxed{W_T = -16{,}6 \, CAL}$; $W_T = -|Q_H| + Q_L \rightarrow |Q_H| = Q_L - W_T$

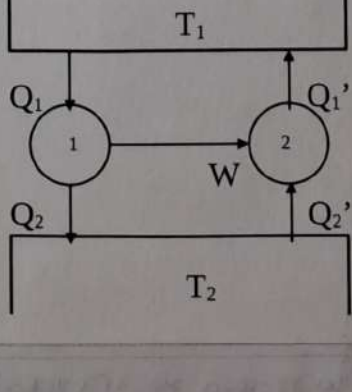
$\rightarrow |Q_H| = 200 \, CAL - (-16 \, CAL) \rightarrow \boxed{|Q_H| = 216{,}6 \, CAL}$

6. Dos máquinas operan tal como lo indica el gráfico. Se sabe que la temperatura de la fuente caliente es de 600°K, que la máquina 1 es reversible y absorbe 300kcal cediendo 100kcal, y la máquina 2 absorbe 50kcal de la fuente 2.

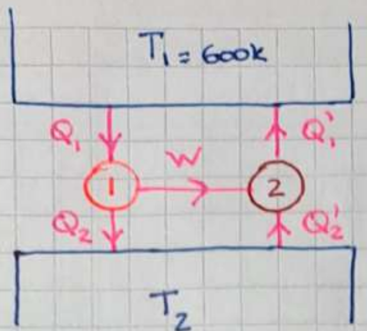
a) Calcule la temperatura de la fuente fría.

b) ¿Cuál es la eficiencia de ambas máquinas?

c) ¿Es la máquina 2 reversible? ¿Por qué?



a)



HACE TRABAJO

Desde M_1: $Q_1 > 0,\ Q_2 < 0,\ W > 0$

Desde M_2: $Q_1' < 0,\ Q_2' > 0,\ W < 0$ RECIBE TRABAJO

REV

M_1 es reversible $\rightarrow \Delta S^{(M_1)} = -\dfrac{|Q_1|}{T_1} + \dfrac{|Q_2|}{T_2} = 0$

$\left(\underbrace{\Delta S^{(M_1)}}_{=0\ \text{PORQUE REALIZA UN CICLO}} + \Delta S^{(T_1)} + \Delta S^{(T_2)} = 0\right)$

ESTO VALE SIEMPRE

$\rightarrow T_2 = \dfrac{|Q_2|}{|Q_1|} T_1 = \dfrac{100kcal}{300kcal} \cdot 600K \rightarrow \boxed{T_2 = 200K}$

b) M_1 es una máquina térmica ($W_T > 0$) $\rightarrow \epsilon_1 = \dfrac{W_T}{Q_1} \overset{\text{PRIMER PRINCIPIO}}{=} \dfrac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1}$

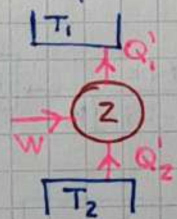
M_2 es un refrigerador ($W_T < 0$)

$\rightarrow \dfrac{300kcal - 100kcal}{300kcal} \rightarrow \boxed{\epsilon_1 = \dfrac{2}{3}}$

$\eta = \dfrac{Q_2'}{|W_T|} \underset{\text{PRIMER PRINCIPIO}}{=} \dfrac{Q_2'}{Q_2' - |Q_1'|}$ pero $W_T = Q_1 - |Q_2|$ (*), Entonces,

$\eta_2 = \dfrac{Q_2'}{Q_1 - |Q_2|} = \dfrac{50kcal}{300kcal - 100kcal} \rightarrow \boxed{\eta_2 = \dfrac{1}{4}}$

c) ~~$\Delta S^{(M_2)} = \dfrac{Q_2}{T_2} - \dfrac{|Q_1|}{T_1}$~~ ; ~~Asumo que M_2 es reversible $\rightarrow \Delta S^{(M_2)} = 0$~~



Analizo este sistema (es lo que "ve" M_2)

$\Delta S = \Delta S^{(M_2)} + \Delta S^{(T_1)} + \Delta S^{(T_2)}$

pero $\Delta S^{(M_2)} = 0$ porque realiza un ciclo completo.
($\Delta S = S_F - S_I$ pero el estado final es el inicial $\rightarrow S_F = S_I \rightarrow \Delta S = 0$)

$\rightarrow \Delta S^{(T_1)} + \Delta S^{(T_2)} = \Delta S$

Si $\Delta S > 0$ significa que hay procesos irreversibles durante el ciclo. En cambio, si $\Delta S = 0$ implica que TODOS los procesos son reversibles.

Asumo que M_2 es reversible. Es decir, que todos los procesos son reversibles.

¿qué procesos? cada vez que interactúa con las fuentes T_1 y T_2

$\Delta S = \Delta S^{(T_1)} + \Delta S^{(T_2)}$ ~~= 0~~

(*)

$\Delta S^{(T_1)} = \dfrac{|Q_1'|}{T_1} = \dfrac{|Q_2'| + |W_T|}{T_1} = \dfrac{|Q_2'| + |Q_1 - |Q_2||}{T_1} = \dfrac{50kcal + 200kcal}{600K}$

a T_1 le "entra" calor (absorbe)

PRIMERA LEY $-|W_T| = |Q_2'| - |Q_1'|$

$\Delta S^{(T_1)} = 416{,}7 \dfrac{cal}{K}$

$\Delta S^{(T_2)} = \dfrac{-|Q_2'|}{T_2} = \dfrac{-50kcal}{200K} \rightarrow \Delta S^{(T_2)} = -250 \dfrac{cal}{K}$

a T_2 le "sale" calor (cede)

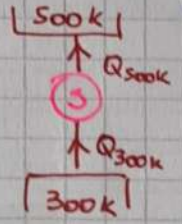
Finalmente, $\Delta S^{(T_1)} + \Delta S^{(T_2)} = 416{,}7 \dfrac{cal}{K} - 250 \dfrac{cal}{K} = 166{,}7$

Entonces, como $\Delta S > 0 \rightarrow$ los procesos son irreversibles $\rightarrow$ $\boxed{M_2 \text{ es irreversible}}$

7. Supóngase tener un sistema que evoluciona reversiblemente, entregando 500cal a 500°K y recibiendo 300cal a 300°K. ¿Cuánto vale su variación de entropía?

VISTO DESDE T_H VISTO DESDE T_L

$$\Delta S^{(REV)} = \int \frac{dQ}{T} \rightarrow \Delta S = \Delta S_{500K} + \Delta S_{300K} \underset{\substack{\downarrow \\ T\,cte}}{=} \frac{500\,CAL}{500K} + \frac{-300\,CAL}{300K} \rightarrow \boxed{\Delta S = 0}$$



8. Si un sistema evoluciona isotérmicamente a 27°C y la entropía varía en 4 $^{kcal}/_{°K}$, ¿cuánto calor recibió? Y REVERSIBLEMENTE

$$\Delta S^{(REV)} = \int \frac{dQ}{T} \underset{\substack{\downarrow \\ ISOT}}{=} \frac{Q}{T} \rightarrow Q = \Delta S^{(REV)} T = \frac{4\,KCAL}{K} \times 300K \rightarrow \boxed{Q = 1200\,KCAL}$$

9. **a)** ¿Cuánto vale la variación de entropía en un sistema que evoluciona en forma adiabática y reversible? ¿Por qué?
b) ¿Cómo es la variación de entropía en un proceso que es adiabático e irreversible, siendo diferentes los estados inicial y final? Demuestre por qué.

a) $\Delta S^{(REV)} = \int \frac{dQ}{T} \underset{\substack{\downarrow \\ dQ=0}}{=} \boxed{0 = \Delta S}$, b) $\begin{cases} S(B) - S(A) = \int_A^B \frac{dQ}{T} & (\text{PROC REV}) \\ S(B) - S(A) \geq \int_A^B \frac{dQ}{T} & (\text{PROC IRREV}) \end{cases}$

$$\rightarrow S(B) - S(A) \geq 0 \rightarrow \boxed{\Delta S > 0}$$

10. Dado un gas ideal en condiciones p_1, V_1, T_1 que sufre una transformación
REVERSIBLE cualquiera quedando en condiciones p_2, V_2, T_2, calcular la variación de entropía usando como variables:
a) p y T.
b) p y V.
c) V y T.

$$\Delta S^{(REV)} = \int \frac{dQ}{T} = \int \frac{\Delta U + W}{T} = \int \frac{m c_V\, dT}{T} + \int \frac{p\, dV}{T} = m c_V \ln\left(\frac{T_F}{T_i}\right) + \int \frac{mR\, dV}{V}$$

$$\rightarrow \boxed{m c_V \ln\left(\frac{T_F}{T_i}\right) + mR \ln\left(\frac{V_F}{V_i}\right) = \Delta S(T,V)}\ (c)$$

$$m c_V \ln\left(\frac{T_F}{T_i}\right) = m c_V \ln\left(\frac{p_F V_F}{p_i V_i}\right) = m c_V \ln\left(\frac{p_F}{p_i}\right) + m c_V \ln\left(\frac{V_F}{V_i}\right) \rightarrow \Delta S = m c_V \ln\left(\frac{p_F}{p_i}\right) + m\overbrace{(c_V + R)}^{c_p} \ln\left(\frac{V_F}{V_i}\right)$$

$$\rightarrow \boxed{\Delta S(p,V) = m c_V \ln\left(\frac{p_F}{p_i}\right) + m c_p \ln\left(\frac{V_F}{V_i}\right)}\ (b)$$

NOTA

$$\Delta S = mC_p \ln\left(\frac{V_F}{V_i}\right) + mC_v \ln\left(\frac{P_F}{P_i}\right) = mC_p \ln\left(\frac{T_F}{P_F}\frac{P_i}{T_i}\right) + mC_v \ln\left(\frac{P_F}{P_i}\right)$$

$$\rightarrow mC_p \ln\left(\frac{T_F}{T_i}\right) - mC_p \ln\left(\frac{P_F}{P_i}\right) + mC_v \ln\left(\frac{P_F}{P_i}\right) \rightarrow mC_p \ln\left(\frac{T_F}{T_i}\right) + m(C_v - C_p)\ln\left(\frac{P_F}{P_i}\right)$$

$$\boxed{\Delta S_{(T,P)} = mC_p \ln\left(\frac{T_F}{T_i}\right) - mR \ln\left(\frac{P_F}{P_i}\right)}$$

11. Supóngase tener 1kg. de hielo a -20°C al que se le entrega calor hasta llevarlo a agua líquida a 20°C. Si la capacidad calorífica específica del hielo en esas condiciones es 0,5 $^{cal}/_{g°C}$ y la del agua es 1 $^{cal}/_{g°C}$ y el calor latente de fusión del hielo es 80 $^{cal}/_{g}$, calcule la variación de entropía del proceso.

$$\underbrace{\underbrace{\boxed{-20°C} \xrightarrow{1} \boxed{0°C}}_{\text{HIELO}} \xrightarrow{2} \underbrace{\boxed{0°C} \xrightarrow{3} \boxed{20°C}}_{\text{LIQUIDO}}}_{\text{A p=cte}}$$

$$\Delta S_1 = \int \frac{dQ}{T} = \int_{-20°C = 253K}^{0°C = 273K} \frac{mC_p\, dT}{T} = mC_p \ln\left(\frac{273}{253}\right)$$

$$\Delta S_2 = \int \frac{dQ}{T} \underset{T=cte}{=} \frac{mL}{T} \quad ; \quad \Delta S_3 = mC_p \ln\left(\frac{293}{273}\right)$$

$$\rightarrow \Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 1000g\left[\frac{0{,}5\,cal}{g\,K}\ln\left(\frac{273}{253}\right) + \frac{80\,cal}{273\,g} + \frac{1\,cal}{g\,K}\ln\left(\frac{293}{273}\right)\right] \rightarrow \boxed{\Delta S = 402\,\frac{cal}{K}}$$

12. Un cilindro térmicamente aislado cerrado por ambos extremos está provisto de un pistón sin rozamiento, conductor de calor y que divide al cilindro en dos partes. Inicialmente se sujeta al pistón en el centro, quedando a un lado 1 litro de gas ideal a 300°K y 2 atm. de presión, y al otro lado 1 litro de gas ideal a 300°K y 1 atm. de presión. Se libera el pistón, alcanzando el equilibrio de presión y temperatura en una nueva posición. Halle la presión y temperatura finales y la variación de entropía.

A	B
1L, 300K, 2ATM	1L, 300K, 1ATM

$P_A^F = P_B^F$ pero antes calculo n_A y n_B

$$n_A = \frac{P_A^{(i)} V_A^{(i)}}{R T_A^{(i)}} = 0{,}08 \text{ moles}, \quad n_B = 0{,}04 \text{ moles}$$

$$P_A^F = P_B^F \rightarrow \frac{n_A R T_F}{V_A^F} = \frac{n_B R T_F}{V_B^F} \rightarrow V_A^F = \frac{n_A}{n_B} V_B^F = 2V_B^F \quad \text{pero} \quad V_A^F + V_B^F = V_A^i + V_B^i = 2L$$

$$\rightarrow V_B^{(F)} = 2 - V_A^F \rightarrow V_A^F = 4 - V_A^F \times 2$$

$$\rightarrow V_A^F = \frac{4}{3}L, \quad V_B^F = \frac{2}{3}L \quad ; \quad P_A^F = P_B^F = \frac{n_A R T_F}{V_A^F}$$

Cilindro aislado térmicamente y cerrado $\rightarrow \Delta V_{cil} = 0$ y $\Delta Q_{cil} = 0 \rightarrow \Delta U_{cil} = 0$

$$\rightarrow \Delta U_A + \Delta U_B = n_A C_v (T_F - T_i^{(A)}) + n_B C_v (T_F - T_i^{(B)}) = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow n_A (T_F - \underbrace{T_i^{(A)}}_{300K}) = -\underbrace{n_B}_{1} (T_F - \underbrace{T_i^{(B)}}_{300K}) \rightarrow \frac{n_A}{n_B}(T_F - 300K) = 300K - T_F$$

$$\rightarrow 2T_F - 600K = 300K - T_F \rightarrow \boxed{T_F = 300K}$$

NOTA

$$P_F = \frac{m_A R T_F}{V_A^F} \rightarrow \boxed{P_F = 1{,}48 \text{ ATM}}$$

$\Delta U = 0 \rightarrow Q_A = W_A$

$$\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B \underset{\substack{\text{CAMINO} \\ \text{ISOT} \\ \text{REV}}}{=} \int \frac{dQ_A}{T_A} + \int \frac{dQ_B}{T_B} = \frac{1}{T_A}\int p\, dV_A + \frac{1}{T_B}\int p\, dV_B = m_A R \ln\left(\frac{V_A^F}{V_A^i}\right) + m_B R \ln\left(\frac{V_B^F}{V_B^i}\right)$$

$$\rightarrow \Delta S = 0{,}08 \times 0{,}08206 \times \ln\left(\frac{4}{3.1}\right) + 0{,}04 \times 0{,}08206 \times \ln\left(\frac{2}{3.1}\right) \rightarrow \boxed{\Delta S = 5{,}2 \times 10^{-4} \frac{\text{ATM L}}{\text{K}}}$$

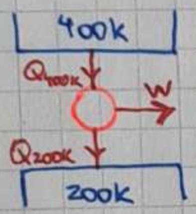
13. Una máquina térmica trabaja entre $T_1 = 400°K$ y $T_2 = 200°K$, extrayendo en cada ciclo 10kcal de la fuente 1. La eficiencia de la máquina es un 40% de la máxima posible para dicho par de temperaturas. Calcule:

a) El trabajo por ciclo.

b) El calor entregado a la fuente de calor 2, por ciclo.

c) Las variaciones de entropía por ciclo de la sustancia que trabaja en la máquina, de la fuente 1, de la fuente 2 y del universo.

d) Idem a), b) y c), pero para la máquina que tiene la eficiencia máxima posible trabajando entre las temperaturas T_1 y T_2.



a) $\epsilon_M = 0{,}4\, \epsilon_{CARNOT} = 0{,}4 \times \left(1 - \frac{T_L}{T_H}\right) = 0{,}4 \times \left(1 - \frac{200k}{400k}\right) = 0{,}2$

$\epsilon_M = \frac{W}{Q_{400k}} = 0{,}2 \rightarrow W = 0{,}2 \times 10\text{KCAL} \rightarrow \boxed{W = 2\text{KCAL}}$

b) $W = Q_{400k} - |Q_{200k}| \rightarrow |Q_{200k}| = Q_{400k} - W \rightarrow \boxed{|Q_{200k}| = 8\text{ KCAL}}$

c) $\Delta S_{SUST} \underset{\text{CICLO}}{=} 0$, $\Delta S_{400k} = \frac{-|Q_{400k}|}{400k} = -25 \frac{\text{CAL}}{\text{K}}$; $\Delta S_{200k} = \frac{|Q_{200k}|}{200k} = 40 \frac{\text{CAL}}{\text{K}}$

$\Delta S_{UNIV} = \Delta S_{400k} + \Delta S_{200k} + \Delta S_{SUST} = -25 \frac{\text{CAL}}{\text{K}} + 40 \frac{\text{CAL}}{\text{K}} + 0 \rightarrow \boxed{\Delta S_{UNIV} = 15 \frac{\text{CAL}}{\text{K}}}$

14. 1 kg. de agua a 0°C se pone en contacto con una fuente a 100°C.

a) Calcule la variación de entropía del universo cuando el agua alcanza la temperatura de la fuente.

b) Calcule la variación de entropía del universo si el agua se pone primero en contacto con una fuente a 50°C, y luego de alcanzada esta temperatura, se la pone en contacto con la fuente de 100°C.

c) Calcule la variación de energía interna del agua y de las fuentes.

a) $\Delta S_{UNIV} = \Delta S_{AGUA} + \Delta S_{FUENTE}$; $\Delta S_{AGUA} \underset{\text{REV}}{=} \int \frac{dQ}{T} = \int_{273}^{373} \frac{m C_p\, dT}{T} = m C_p \ln\left(\frac{373}{273}\right) = 312 \frac{\text{CAL}}{\text{K}}$

$\Delta S_{FUENTE} = \int \frac{dQ}{T_F} = \frac{Q_F}{T_F} = \frac{-Q_{AGUA}}{T_F} = \frac{-m C_p (373-273)}{373} = -268 \frac{\text{CAL}}{\text{K}}$

$\Delta S_{UNIV} = 312 \frac{\text{CAL}}{\text{K}} - 268 \frac{\text{CAL}}{\text{K}} \rightarrow \boxed{\Delta S_{UNIV} = 44 \frac{\text{CAL}}{\text{K}}}$