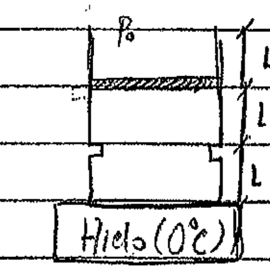
PROBLEMA 1

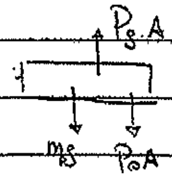
Pistón: $m_p = 10\ kg$; $A = 50\ cm^2 = 5 \times 10^{-3}\ m^2$



Gas: Argón (Monoatómico) $\rightarrow C_v = 3/2\, R$

PARTE A Est. inicial:	Est. final:
$P_i = 119{,}6\ kPa$	$P_f = 119{,}6\ kPa$
$V_i = 2 \times 10^{-3}\ m^3$	$V_f = 1 \times 10^{-3}\ m^3$
$T_i = 723\ K$	$T_f = 362\ K$

i) Al inicio el sistema está en equilibrio mecánico $\Rightarrow$ Sobre el pistón $\sum \vec{F} = 0$



$$\Rightarrow P_{gas} = \frac{mg}{A} + P_0 = 119{,}6\ kPa$$

• Dado que el proceso es cuasiestático mientras el pistón baja, se tiene un proceso isóbaro. $\Rightarrow P_f = P_i = 119{,}6\ kPa$

• Sistema cerrado $\Rightarrow n_f = n_i$

• Al momento de tocar los topes $V_f = 1 \times 10^{-3}\ m^3$

Por lo tanto: $T_f = \frac{P_f V_f}{n_f R} = \frac{\cancel{P_f} V_f}{\cancel{P_i} V_i} \cdot T_i = \frac{T_i}{2} \Rightarrow \boxed{T_f = 361{,}5K}$

ii) Primera ley: $\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = \Delta U - W \Rightarrow \boxed{Q = -298{,}5\ J}$

Calor que libera el gas

• ΔU: $\Delta U = n C_v (T_f - T_i) = -178{,}9\ J$

• $W = -\int_{V_i}^{V_f} P(V)\, dV = -P(V_f - V_i) = +119{,}6\ J$

Proceso isóbaro.

Ese calor es transferido al hielo y como no cambia su temperatura $\Rightarrow$ se encuentra en un cambio de fase $\Rightarrow$ $Q = m_h . L_f \Rightarrow \boxed{m_h = 8{,}96 \times 10^{-4}\ kg}$

iii) $\Delta S_u = \Delta S_{gas} + \Delta S_{hielo}$

- $\Delta S_{hielo} = \dfrac{Q}{T_i} = \dfrac{298{,}5\,J}{273\,K} = 1{,}09\ J/K$
- $\Delta S_{gas} = n C_p \ln\left(\dfrac{T_f}{T_i}\right) = -0{,}57\ J/K$

$\boxed{\Delta S_u = 0{,}52\ J/K}$

PARTE B

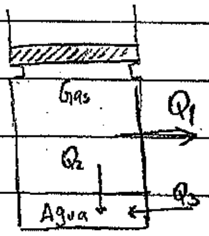
Est. Inicial: $P_i' = 119{,}6\,kPa$, $T_i' = 362\,K$, $V_i' = 1 \times 10^{-3}\ m^3$

Est. Final: $P_f' = 96{,}8\,kPa$, $T_f' = 293\,K$, $V_f' = 1 \times 10^{-3}\ m^3$

i) El gas libera calor sin comprimirse debido a los topes

$\Rightarrow T_f' = 293\,K \Rightarrow V_f' = 1 \times 10^{-3}\ m^3 \Rightarrow P_f' = \dfrac{n_f' R T_f'}{V_f'} = \dfrac{T_f'}{\cancel{V_f'}} \cdot \dfrac{P_i' \cancel{V_i'}}{T_i'} = 96{,}8\,kPa$

ii)



Los calores Q_1, Q_2 y Q_3 se expresan a continuación en valores absolutos.

- Gas: $\Delta U_{gas} = Q_{gas} + \underbrace{\cancel{W_{gas}}}_{0\ (\text{Proceso isócoro } \Delta V = 0)} = -Q_1 - Q_2 = n C_v (T_f' - T_i')$
- Agua: $Q_{agua} = Q_2 + Q_3 = M_{agua} C_{agua} (T_{f\,agua} - T_{i\,agua})$

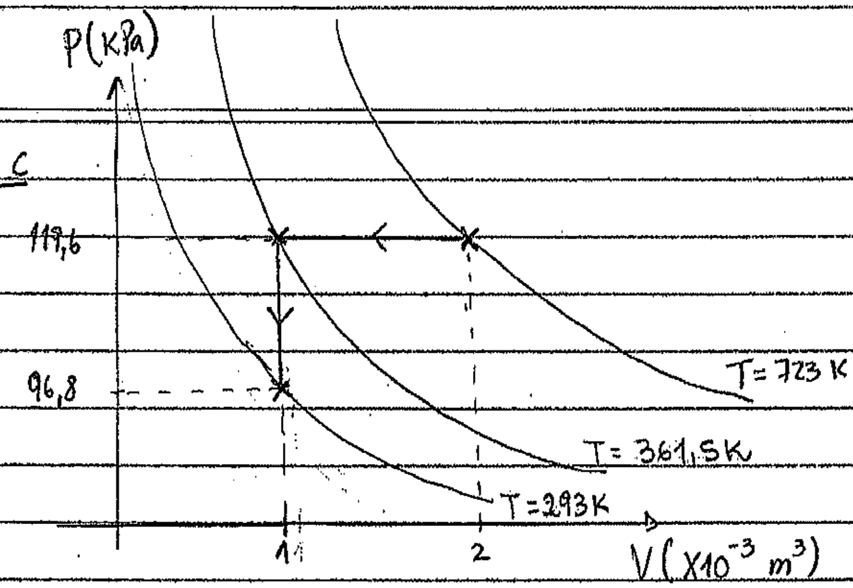
$\Rightarrow \boxed{Q_T = Q_3 - Q_1 + Q_2 - Q_2 = n C_v (T_f' - T_i') + M_{agua} C_{agua} (T_{f\,agua} - T_{i\,agua}) = -34{,}2\,J + 167{,}4\,J = 133{,}2\,J}$

iii) $\Delta S_u = \Delta S_{gas} + \Delta S_{agua} + \Delta S_{amb} = n C_v \ln\left(T_f'/T_i'\right) + M_{agua} C_{agua} \ln\left(T_{f\,agua}/T_{i\,agua}\right) + \dfrac{Q_1 - Q_3}{T_{amb}} \Rightarrow$

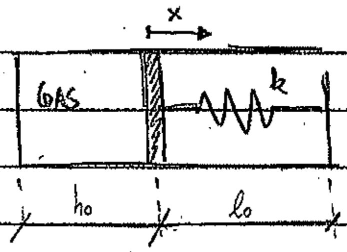
$\Rightarrow \boxed{\Delta S_u = -0{,}105\ J/K + 0{,}592\ J/K - 0{,}455\ J/K = 0{,}032\ J/K}$

Papiros

PARTE C



PREGUNTA



Sistema en el vacío $\Rightarrow W_{\text{por el gas}} = \Delta U_{\text{resorte}}$

- Consideremos el sistema gas + resorte $\Rightarrow \Delta E_p + \Delta U_{gas} = \underbrace{W_{F.N.C}}_{\substack{\parallel \\ \emptyset \text{ (por estar en el vacío)}}} + Q$

- Por otro lado, como el pistón se mueve en la horizontal y de manera cuasiestática $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta K = 0;\ \Delta U_g = 0 \Rightarrow \Delta E_p = \Delta U_{res} \Rightarrow \Delta U_{gas} = Q - \Delta U_{res}$

- Considerando solo el gas: $\Delta U_{gas} = Q + W_{\text{sobre gas}} \longrightarrow W_{\text{sobre gas}} = -\Delta U_{res}$

RELACIÓN QUE HAY QUE DEMOSTRAR.

$$P_{ext} = \frac{kx}{A} = \frac{k(h-h_o)}{A} = \frac{k(h-h_o)A}{A^2} = \frac{k(V-V_o)}{A^2}$$

$$W_{\text{sobre gas}} = -\int_{V_o}^{V} P_{ext}(V)\,dV = -\frac{k}{A^2}\int_{V_o}^{V}(V-V_o)\,dV \underset{V-V_o=V'}{=} \frac{k}{A^2}\int_0^{V-V_o} V'\,dV'$$

$$W_{\text{sobre gas}} = -\frac{k}{2A^2}(V-V_o)^2 = -\frac{kx^2}{2} = -\Delta U_{res} \quad \text{lqqd.}$$

PROBLEMA 2

- $T_1 = 20°C$
- $T_2 = 1000°C$

PARTE A

i) $V_1/V_2 = 3$; $n = 1\,mol$

El ciclo Stirling tiene 2 procesos isócoros y 2 isotermos. En los procesos isócoros, $W = 0 \Rightarrow W_{ciclo} = W_{1\to2} + W_{3\to4} = -nRT_1 \ln(V_2/V_1) - nRT_2 \ln(V_1/V_2) =$

$= -nRT_1 \ln(1/3) - nRT_2 \ln(3) = -nR(T_2 - T_1)\ln(3) = \boxed{-8,95\,kJ = W_{ciclo}}$

ii) $\eta = \frac{|W_{ciclo}|}{|Q_H|}$ • Q_H se da en los procesos $2 \to 3$ + $3 \to 4$

• Proceso $2\to3$: $\Delta U_{2\to3} = Q_{2\to3} + \underbrace{W_{2\to3}}_{0\,(\text{isócoro},\,\Delta V=0)} = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_1) = 20,4\,kJ$

• Proceso $3\to4$: $\Delta U_{3\to4} = Q_{3\to4} + W_{3\to4} = 0$ (Proceso isotermo) $\Rightarrow Q_{3\to4} = -W_{3\to4} =$

$= nRT_2 \ln(3) = 11,6\,kJ$

$\left.\begin{array}{l} \Rightarrow Q_H = 32,0\,kJ \\ |W_{ciclo}| = 8,95\,kJ \end{array}\right\} \boxed{\eta = 0,279}$

$\left.\begin{array}{l} \text{Para que ciclo sea reversible } \eta_{CARNOT} = \eta. \\ \eta_{CARNOT} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 0,769 \end{array}\right\} \eta < \eta_{CARNOT} \Rightarrow$ No es reversible

PARTE B

i) Como refrigerador es reversible $\Rightarrow \beta_R = \dfrac{T_L^R}{T_H^R - T_L^R} = \dfrac{Q_L^R}{W} \Rightarrow \boxed{W \cdot \beta_R = Q_L}$

- $T_L^R = 0°C = 273\ K$
- $T_H^R = 20°C = 293\ K$

$\beta_R = 13,65$

$\Rightarrow$ La máxima cantidad de calor que puede extraerse es cuando se entrega todo el trabajo generado por la MT al refrigerador $\Rightarrow \boxed{Q_L = 122,6\ kJ}$

PARTE C