Solución

Problema 1

1) Vértice A: $p_A V_A = nRT_A$

n= $p_A V_A/(RT_A)$=0,4 mol.

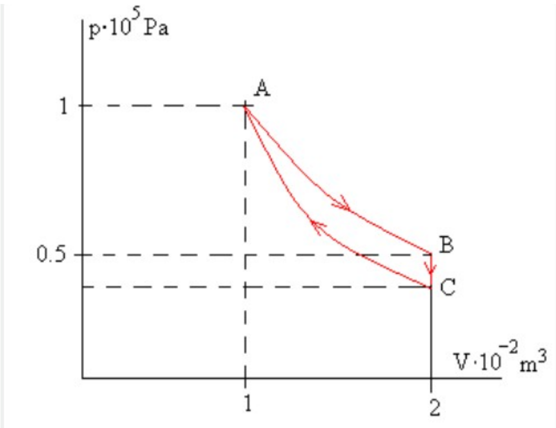
Transformación isoterma: $p_A V_A = p_B V_B$, p_B=50 kPa

Transformación isócora: $V_B = V_C$.

Transformación adiabática: $p_A V_A^{\gamma} = p_C V_C^{\gamma}$, $p_C = p_A (V_A/V_C)^{\gamma}$=31.5 kPa, donde usamos que γ=5/3 (gas ideal monoatómico).

Vértice C: $p_C V_C = nRT_C$, T_C=189 K

Vértice	*p* (kPa)	*V* (m^3)	*T* (K)
A	100	10^{-2}	300
B	50	$2\text{x}10^{-2}$	300
C	31.5	$2\text{x}10^{-2}$	189



2)

- A→B, proceso isotermo

ΔU_{AB}=0

W_{AB}= - $\int_{AB}$ p·dV = - $\int_{AB}$ nRT/V ·dV =-nRT·ln(V_B/V_A) = -693 J

Q_{AB} = 693 J

- B→C, proceso isócoro

ΔU_{BC} =n $c_v(T_C - T_B)$=-555 J.
W_{BC}=0
Q_{BC}= -555 J

- C→A, proceso adiabático

ΔU_{CA} =n $c_v(T_A - T_C)$=555 J
W_{CA}=555 J
Q_{CA}=0

La eficiencia se calcula como $\eta=|W_{NETO}|/|Q_H|=0.2$ donde usamos que W_{NETO}=-138 J y Q_H=693 J.

Problema 2

1) Dado que las dos máquinas son ideales reversibles, su eficiencia es la de Carnot, por lo tanto,

$$\eta_1=1-\frac{T_e}{T_C}$$
$$\eta_2=1-\frac{T_f}{T_e}$$

Además $\eta_1=\eta_2$

$$T_e=\sqrt{T_f T_c}=351\,K$$

Trabajando únicamente con los módulos del trabajo y el calor, tenemos

2) $W_1=\eta_1 Q_1$; $\eta_1=1-\frac{351}{555}=0.37$; $W_1=157\,J$.

3) $Q_e=Q_1-W_1=270\,J$
$W_2=n_2 Q_e=99.3\,J$

$Q_2=Q_e-W_2=170.7\,J$

Problema 3

1) El calor intercambiado por el hielo es $Q_{hielo}=m_{hielo}L_f+m_{hielo}\,c_a(T_{eq}-T_{1H})$ =25.4 kJ.

2) El calor intercambiado por el gas hasta el momento en que toca los soportes es

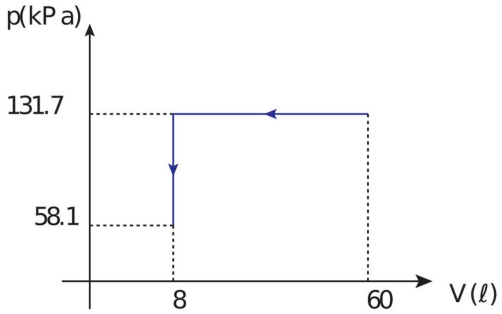
$Q_{gas,1}$=n c_p $(T_{sop}-T_1)$=7/2 $P_1(V_{sop}-V_1)$,

donde T_{sop} es la temperatura del gas en el instante en que el pistón apenas toca los soportes y P_1 es la presión inicial del gas. Para calcular esta presión, alcanza con considerar las fuerzas actuando sobre el pistón y que el proceso es cuasiestático

$$P_1 = P_0 + \frac{m_p g}{A} = 131.7\,kPa \quad ,$$

de donde $Q_{gas,1}$=-24 kJ.

3) Para hallar la presión final conviene tener en cuenta que, durante el proceso a volumen constante el calor es
$Q_{gas,2}=-Q_{hielo}-Q_{gas,1}=nc_v(T_{eq}-T_{sop})=5/2(P_f-P_1)V_{sop}$, de donde P_f=58.1 kPa.



4) $W=-P_1(V_{sop}-V_1)$=6.85 kJ.
5) $\Delta S_{univ}=\Delta S_{gas}+\Delta S_{hielo}$
$\Delta S_{gas}=n\,c_v\,\log(P_2/P_1)+nc_p\log(V_2/V_1)$=-13.42 J/K, donde usamos que $n=P_f\,V_{sop}/(R\,T_{eq})$=0.18 mol.
$\Delta S_{hielo}=m_{hielo}\,L_f/T_{1H}+m_{hielo}\,c_a\,\log(T_{eq}/T_{1H})$=90.94 J/K;
ΔS_{univ}=77.52 J/K y, por lo tanto, el proceso es irreversible.