Pb 1

a) A $T_a = 700\,K$, $L_a = 10\,cm = 0{,}1\,m$

A $T_b = 25°C = 298\,K$ $\quad \rho_{ac} = 8{,}05\,\frac{g}{cm^3} = 8050\,\frac{kg}{m^3}$

$\alpha_{ac} = 11\times10^{-6}\,K^{-1}$

$$\Delta V = V_f - V_i = 3\alpha V_i (T_f - T_i)$$

$$\Rightarrow V_f = V_i (1 + 3\alpha(T_f - T_i))$$

$$V_i = \frac{V_f}{1+3\alpha(T_f - T_1)} \Rightarrow V_b = \frac{\overset{= L_a^3}{V_a}}{1+3\alpha(T_a - T_b)} = 9{,}87\times10^{-4}\,m^3$$

$$\boxed{m_{ac} = \rho_{ac} V_b = 7{,}94\,kg}$$

b) $500\,g = m_{H_2O}$ $\qquad T_{ac,i} = 700\,K$

$T_{H_2O,i} = 296\,K$

$$Q_{TOT} = 0 \Leftrightarrow Q_{H_2O} + Q_{ac} = 0$$

- Supongo que no se evapora nada de agua:

$$m_{H_2O}\, c_{H_2O} (T_f - T_{H_2O,i}) + m_{ac}\, c_{ac} (T_f - T_{ac,i}) = 0$$

$$\Rightarrow T_f = \frac{m_{H_2O} c_{H_2O} T_{H_2O,i} + m_{ac} c_{ac} T_{ac,i}}{m_{H_2O} c_{H_2O} + m_{ac} c_{ac}} = 552\,K > 373\,K$$ $\Leftarrow$ hipótesis incorrecta

- Supongo que se evapora parte del agua $\Rightarrow T_f = 100°C = 373\,K$

$$m_{H_2O}\, c_{H_2O} (\overset{T_f}{373\,K} - T_{H_2O,i}) + m_{H_2O,evap} \cdot L_v + m_{ac}\, c_{ac} (\overset{T_f}{373\,K} - T_{ac,i}) = 0$$

$$\Rightarrow m_{H_2O,evap} = \frac{-m_{ac} c_{ac}(T_f - T_{ac,i}) - m_{H_2O} c_{H_2O} (T_f - T_{H_2O,i})}{L_v}$$

$$\rightarrow m_{H_2O,evap} = 0{,}46\,kg < 0{,}5\,kg$$ consistente

$\Rightarrow$ La temperatura final de equilibrio es $\boxed{T_f = 100°C}$ y se evapora una masa de $m_{H_2O,evap} = 0{,}46\,kg$ de agua

Problema 2

Del estado inicial y la ley del gas ideal:

$$nR=\frac{P_i V_i}{T_i}=38\frac{J}{K}$$

Tendremos entonces la siguiente tabla:

Estado	P(kPa)	V(m³)	T (K)
i (inicial)	111	0,1	293,15
f’	253	0,1	666,3
f (final)	127	0,2	666,3

Las cantidades escritas en negro se deducen de la letra y las escritas en rojo se calcularon. La presión en el instante f’ es la presión de ruptura de la membrana. La temperatura:

$$T_{f'}=\frac{P_{f'}V_{f'}}{nR}=666{,}3\,K$$

Usando primera ley y gas ideal, calculamos el trabajo de la hélice:

$$W_{helice}={}_i\Delta U_{f'}=nC_v(T_{f'}-T_i)=35{,}5\,kJ$$

Ya que la potencia se entrega a una tasa uniforme, tendremos que:

$$\Delta t=\frac{W_{helice}}{300\,W}=118{,}2\,s \quad \textbf{b)}$$

Asumiendo que durante la ruptura de la membrana el gas no hizo ningún trabajo y como el recipiente es adiabático, por primera ley :

$${}_{f'}\Delta U_f=0\Rightarrow T_f=T_{f'}$$

y el volumen ocupado por el gas es el doble del volumen inicial. Por tanto:

$$P_f=\frac{P_{f'}}{2}=127\,kPa \quad \textbf{c)}$$

Finalmente:

$$\Delta S_u=nC_v\ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right)+nR\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)=104{,}1\text{ J/K} \quad \textbf{d)}$$

Solución ejercicio 3

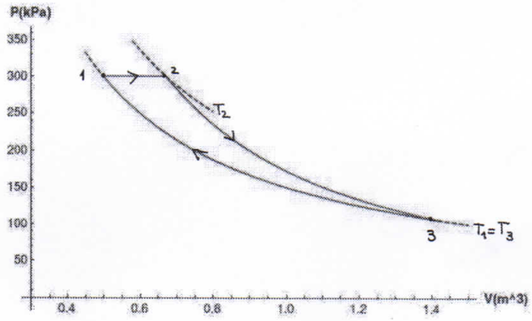
a) Datos: $\begin{cases} \text{diatómico} \quad c_V=\frac{5}{2}R,\ c_P=\frac{7}{2}R,\ \gamma=c_P/c_V=\frac{7}{5} \\ n=20 \text{ mol} \\ P_2=300 \text{ kPa} \\ T_3=900 \text{ K} \\ W_{por,23}=130 \text{ kJ} \end{cases}$

	1	2	3
P(kPa)	300	300	105,6
V (m3)	0,50	0,67	1,42
T (K)	900	1213	900

- 1→2: isóbaro $\Rightarrow P_1=P_2=300$ kPa
- 3→1: isotérmico $\Rightarrow T_1=T_3=900$ K ec. de estado: $V_1=\frac{nRT_1}{P_1}=0{,}50\,m^3$
- 2→3: adiabático $\Rightarrow \Delta U_{23}=\overset{\nearrow 0}{Q_{23}}+W_{sobre,23}=nc_V(T_3-T_2) \Rightarrow T_2=T_3+\frac{W_{por,23}}{nc_V}=1213$ K

  ec. estado: $V_2=\frac{nRT_2}{P_2}=0{,}67\,m^3$
- 2→3: adiabático $\Rightarrow T_2V_2^{\gamma-1}=T_3V_3^{\gamma-1} \Rightarrow V_3=\left(\frac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}V_2=1{,}42\,m^3$

  ec. estado: $P_3=\frac{nRT_3}{V_3}=105{,}6$ kPa

b) 

c) Ciclo recorrido en sentido horario $\Rightarrow W_{por\,sist.}>0 \rightarrow$ se trata de una M.T.

1→2: $Q_{12}=\Delta U_{12}-W_{sobre,12}=nc_V(T_2-T_1)+P(V_2-V_1)=n(c_V+R)(T_2-T_1)=nc_P(T_2-T_1)>0 \Rightarrow$ calor entrante intercambiado con la R.T de alta

$Q_{12}=182{,}0$ kJ

3→1: $\Delta U_{31}=0=Q_{31}+W_{sobre,31} \Rightarrow Q_{31}=-W_{sobre,31}=\int_{V_3}^{V_1}P(V)\,dV \overset{P=\frac{nRT_3}{V}=\frac{cte}{V}}{=} nRT_3\int_{V_3}^{V_1}\frac{dV}{V}=nRT_3\ln\left(\frac{V_1}{V_3}\right)=-156{,}1$ kJ

$Q_{31}<0 \Rightarrow Q$ saliente intercambiado con la reserva de baja.

1era ley al ciclo: $\underset{\substack{\parallel \\ U_f-U_i=0}}{\Delta U_{ciclo}}=Q_{ciclo}+W_{sobre,ciclo} \Rightarrow W_{por,ciclo}=Q_{ciclo}=Q_{12}+\underset{\substack{\parallel\\0}}{Q_{23}}+Q_{31}=25{,}9$ kJ >0

Eficiencia: $e=\frac{|W|}{|Q_H|}=\frac{|W|}{|Q_{12}|}=0{,}14$ (14%)

d) $Q_{12}>0 \Rightarrow T_{RT}\geqslant T_{gas}$ para todo el proceso. la máxima temperatura del gas en el proceso es T_2

$\Rightarrow T_{RT}\geqslant T_2=1213$ K

Para $T_H=T_2$ y $T_L=T_3$ $e_{max}=e_{carnot}=1-\frac{T_L}{T_H}=0{,}26$ (26%)

consistente con c): $e<e_{max}$ no se viola 2nda ley y $e<e_{max}$ (no =) porque se trata de un ciclo irreversible

e) $\Delta S_{univ}=\underset{\substack{\parallel\\0}}{\Delta S_{ciclo}}+\Delta S_{RT\,a\,T_H}+\Delta S_{RT\,a\,T_L}=\frac{-|Q_H|}{T_H}+\frac{|Q_L|}{T_L}=-\frac{|Q_{12}|}{T_2}+\frac{|Q_{31}|}{T_3}=23{,}4\,\frac{J}{K}>0$ ✓