

Solución Parcial 2 - 2024.1

Ejercicio 1

- a) La presión inicial puede ser determinada a partir de la ecuación de estado de los gases ideales:

$$P_i V_i = nRT_i \Rightarrow P_i = \frac{nRT_i}{V_i} = 93,54 \text{ kPa}$$

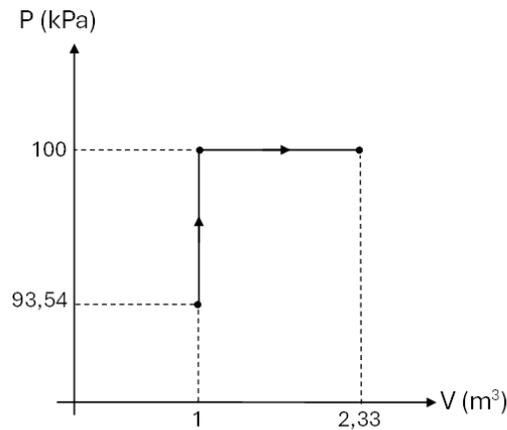
En el instante antes de empezar a elevarse, el volumen sigue siendo V_i y la presión es igual a P_{atm} , entonces

$$T_{min} = \frac{P_{atm} V_i}{nR} = 160,36 \text{ K}$$

- b) El estado final se alcanza cuando el gas está en equilibrio térmico con la reserva.

$$T_f = T_{res} = 373 \text{ K} \text{ y } P_f = P_{atm} = 100 \text{ kPa} \Rightarrow V_f = \frac{nRT_f}{P_f} = 2,33 \text{ m}^3$$

- c) Inicialmente ocurre un proceso isócoro y luego un proceso isóbaro.



- d) La variación de entropía del universo está dada por la variación de entropía del gas más la de la reserva.

$$\Delta S_{univ} = \Delta S_{gas} + \Delta S_{res}$$

$$* \Delta S_{gas} = nc_v \ln\left(\frac{T_{min}}{T_i}\right) + nc_p \ln\left(\frac{T_f}{T_{min}}\right)$$

$$* \Delta S_{res} = \frac{Q_{res}}{T_{res}} \quad \text{donde} \quad Q_{res} = -Q_{gas} = -(nc_v \Delta T_{isócoro} + nc_p \Delta T_{isóbaro})$$

Entonces $\Delta S_{univ} = 659 \text{ J/K}$

Ejercicio 2

a) $\Delta T = -550 \text{ K} \Rightarrow \Delta l = l_i \alpha^{\text{hierro}} \Delta T_{\text{res}} = -0,033 \text{ m}$

b) $Q_{\text{lento}} = m \cdot c_{\text{sólido}}^{\text{hierro}} \cdot \Delta T_{\text{lento}} = -49500 \text{ kJ}$

c) El calor liberado por la barra durante el enfriamiento rápido es

$$Q_{\text{rápido}} = m \cdot c_{\text{sólido}}^{\text{hierro}} \cdot \Delta T_{\text{rápido}} = -58500 \text{ kJ}$$

Como no hay interacción con el vapor (por letra), el calor liberado durante el enfriamiento rápido es absorbido por el agua hasta cambiar de fase sin aumentar la temperatura del vapor, por lo que $T_f = 373 \text{ K}$.

El calor necesario para aumentar la temperatura del agua desde 298 K hasta 373 K y luego cambiar de fase es

$$Q_{\text{agua}} = -Q_{\text{rápido}} = 58500 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{líquido}}^{\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}} + m_{\text{agua}} \cdot L_{\text{vaporiz}}^{\text{agua}}$$

$$m_{\text{agua}} = \frac{Q_{\text{agua}}}{c_{\text{líquido}}^{\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}} + L_{\text{vaporiz}}^{\text{agua}}} = 22,69 \text{ kg}$$

Ejercicio 3

a) Los procesos del ciclo son:

1 \rightarrow 2: isóbaro

2 \rightarrow 3: isócoro

3 \rightarrow 4: isotérmico

4 \rightarrow 1: adiabático

Estado	1	2	3	4
P (kPa)	500	500	458	179
V (m ³)	$1,4 \times 10^{-3}$	1×10^{-3}	1×10^{-3}	$2,6 \times 10^{-3}$
T (K)	415	300	275	275

Isóbaro $\rightarrow P_2 = P_1 = 500 \text{ kPa}$

Isotérmico $\rightarrow T_4 = T_3 = 275 \text{ K}$

$$n = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \mathbf{0,2 \text{ moles}}$$

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = 1,4 \text{ m}^3$$

Isócoro $\rightarrow V_3 = V_2 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$$P_3 = \frac{nRT_3}{V_3} = 458 \text{ kPa}$$

Adiabático $\rightarrow P_1 V_1^\gamma = P_4 V_4^\gamma \Rightarrow V_4 = \left(\frac{T_1}{T_4}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = 2,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$$P_4 = \frac{nRT_4}{V_4} = 179 \text{ kPa}$$

- b) El trabajo ejercido sobre el gas y el calor recibido en cada etapa se presentan en la tabla a continuación:

Proceso	1 → 2	2 → 3	3 → 4	4 → 1
$W_{sobre} (J)$	192	0	-432	350
$Q (J)$	-479	-63	432	0

Proceso isóbaro:

$$W_{12} = -P_1 \cdot \Delta V = 192 \text{ J}$$

$$Q_{12} = nc_p \Delta T_{12} = -479 \text{ J}$$

Proceso isócoro:

$$W_{23} = 0 \text{ J}$$

$$Q_{23} = nc_v \Delta T_{23} = -63 \text{ J}$$

Proceso isotérmico:

$$W_{34} = nRT_3 \cdot \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right) = -432 \text{ J}$$

$$\Delta E_{int} = 0 \Rightarrow Q_{34} = -W_{34} = 432 \text{ J}$$

Proceso adiabático:

$$W_{41} = \frac{1}{\gamma-1} \cdot (P_1 V_1 - P_4 V_4) = 350 \text{ J}$$

$$Q_{41} = 0 \text{ J}$$

- c) El rendimiento K del refrigerador está dado por

$$K = \frac{Q_L}{W_{total}} = 3,92$$

- d) El máximo rendimiento que puede tener un refrigerador que opere entre las mismas temperaturas está dado por un refrigerador de Carnot.

$$K_{Carnot} = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{275K}{300K - 275K} = 11$$