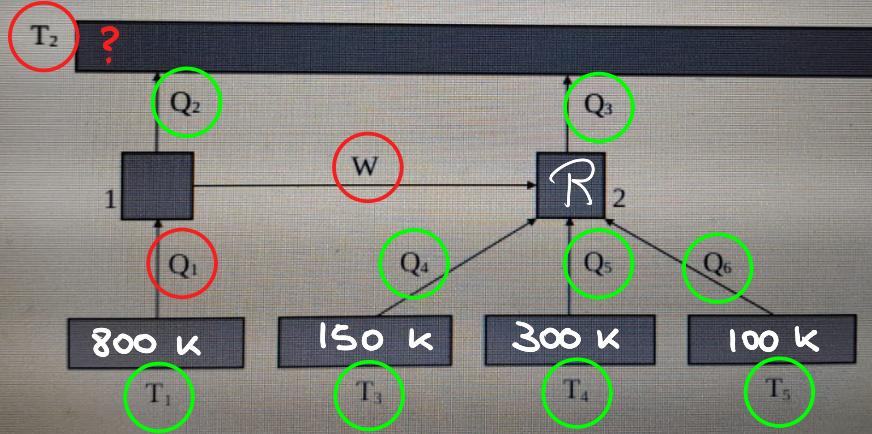


20. Sean las máquinas de la figura. Se sabe que la máquina 2 es reversible.
- Halle la eficiencia de la máquina 1.
 - Calcule la temperatura de la fuente 2.
 - ¿Es reversible la máquina 1? Justifique.
 - Calcule la variación de entropía del universo.

Datos: $T_1 = 800^\circ\text{K}$; $T_3 = 150^\circ\text{K}$; $T_4 = 300^\circ\text{K}$; $T_5 = 100^\circ\text{K}$.
 $Q_2 = 400 \text{ cal}$; $Q_3 = 400 \text{ cal}$; $Q_4 = 100 \text{ cal}$; $Q_5 = 70 \text{ cal}$; $Q_6 = 10 \text{ cal}$



a) M1 es térmica pues el trabajo es positivo (la máquina produce trabajo).

$Q_{\text{máq1}}$:

$$\epsilon_1 = \frac{\omega}{Q_{\text{abs}}} = \frac{\omega}{Q_1} \quad \text{Incógnita}$$

Empiezo por lo que se, intentando despejar alguna incógnita a partir de los datos del lado derecho:

Para cada ciclo, como es función de estado:

$$\Delta U = 0$$

$$\Rightarrow Q_{\text{tot}}^{\text{M2}} = \omega_{\text{M2}}$$

$$\sum_{i=3}^6 Q_i = \omega_{\text{M2}}$$

$$\omega_{\text{M2}} = (100 + 70 + 10 - 400) \text{ cal}$$

$\omega_{\text{M2}} = -220 \text{ cal}$

Según Claussius:

la suma de las entropías de los reservorios es cero \Leftrightarrow el ciclo es reversible (que ya lo se)

$$\Rightarrow \Delta S_3 + \Delta S_4 + \Delta S_5 + \Delta S_6 = 0$$

↑
Máquina reversible

$$\frac{Q_3}{T_2} + \frac{Q_4}{T_3} + \frac{Q_5}{T_4} + \frac{Q_6}{T_5} = 0$$

el signo es desde el punto de vista de la máquina (flecha que entra es >0)

$$-\frac{400 \text{ cal}}{T_2} + \left(\frac{100}{150} + \frac{70}{300} + \frac{10}{100} \right) \frac{\text{cal}}{\text{K}} = 0$$

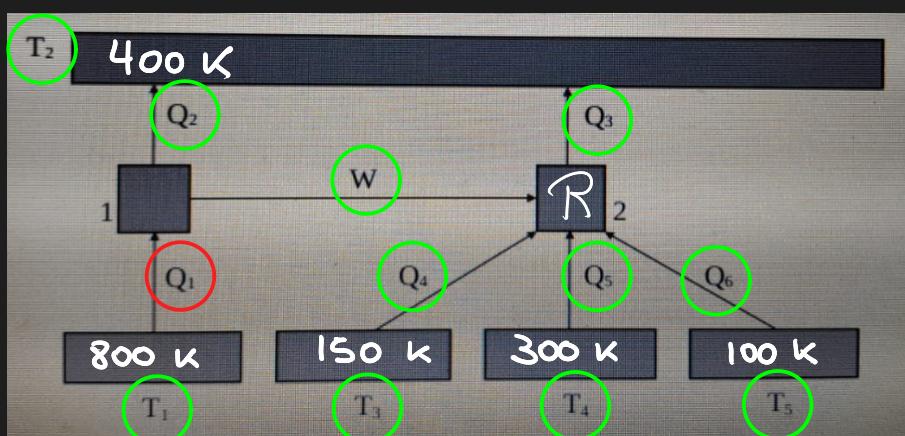
$= 1 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$

$$\frac{400 \text{ cal}}{T_2} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$$

$$\frac{T_2}{400 \text{ cal}} = 1 \frac{\text{K}}{\text{cal}}$$

$$T_2 = 400 \text{ K}$$

Coincide con el diagrama:
 * Es menor a T_1
 * Es mayor a T_3, T_4 y T_5



$$T_2 > T_1$$

Como $\Delta U = Q - W$ y $\Delta U = 0$ en un ciclo

$$\Rightarrow Q_1 + Q_2 = \omega_{H_1}$$

$$Q_1 - 400 \text{ cal} = 220 \text{ cal}$$

$$Q_1 = 620 \text{ cal}$$

$$\Rightarrow E_{H_1} = \frac{\omega_{H_1}}{Q_{\text{Abs}}} = \frac{\omega_{H_1}}{Q_1}$$

$$= \frac{220 \text{ cal}}{620 \text{ cal}}$$

$$E_{H_1} = 0,355$$

b) Hecho erróneo: $T_2 = 400 \text{ K}$

c) Clausius de nuevo, el signo es desde el punto de vista de los reservorios

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = \underbrace{+ \frac{620 \text{ cal}}{800 \text{ K}}}_{< 1} - \underbrace{- \frac{400 \text{ cal}}{400 \text{ K}}}_{= 1}$$

$$= -0,225 \frac{\text{cal}}{\text{K}} < 0 \Rightarrow \text{No es Reversible.}$$

$$d) \Delta S_0 = \underbrace{\Delta S_{\text{Reservorios}}}_{=0} + \underbrace{\Delta S_{H_1}}_{=0} + \underbrace{\Delta S_{H_2}}_{=0}$$

Si no es ciclo completo
pues es f. de estado.

$$\Rightarrow \Delta S_0 = \sum_{i=1}^s \Delta S_{R_i}$$

Ahora son desde el punto de vista de los reservorios!

$$= \underbrace{\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2}}_{\approx 0 \text{ pues } H_2 \text{ reversible}} + \underbrace{\sum_{i=2}^s \frac{Q_{i+1}}{T_i}}$$

$$\Delta S_0 = 0,225 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$$

3. Un mol de gas ideal ($C_V = (3/2)R$) realiza el siguiente ciclo reversible:

AB) Se expande en contacto térmico con una fuente de calor a 500 K hasta duplicar el volumen inicial de 1 L.

BC) Se comprime a presión constante hasta llegar al volumen inicial.

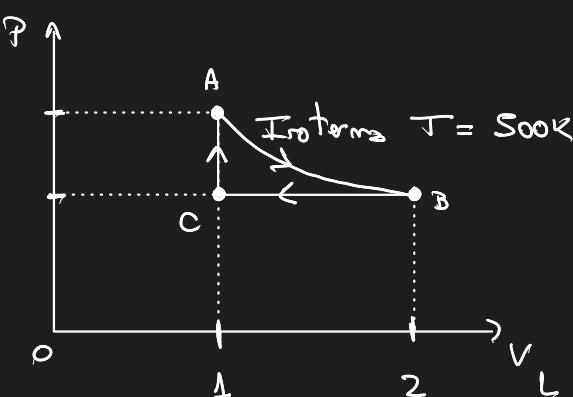
CA) Se traba el pistón y se aumenta la presión hasta regresar al estado inicial.

a) Calcule el trabajo, el calor y la variación de la energía interna del gas en cada etapa. Exprese dichas cantidades en calorías. Dibuje el diagrama P-V del ciclo.

b) Calcule la eficiencia de la máquina y compare con la correspondiente a una máquina de Carnot. ¿Es una máquina térmica o es un refrigerador? Justifique.

c) Calcule la variación neta de la entropía del gas durante el ciclo.

a)



Recordar flechar del
diagrama !!!

	P	V	T
A	P_A	1	500
B	P_B	2	500
C	P_B	1	T_C

	ΔU	Q	ω
AB			
BC			
CA			

$$P_A = \frac{n \cdot R \cdot T_A}{V_A}$$

$$P_B = \frac{n \cdot R \cdot T_B}{V_B}$$

$$\frac{P_C \cdot V_C}{n \cdot R} = T_C$$

$$n=1\text{mol} \quad g \quad R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$P_A = 41 \text{ atm}$$

$$P_B = 20,5 \text{ atm}$$

$$T_C = 250 \text{ K}$$

	P	V	T
A	41	1	500
B	20,5	2	500
C	20,5	1	250

A → B: Isotherms: $T_A = T_B$

Ges. ideal

$$\Delta U = n \cdot C_V \cdot \Delta T = 0$$

$$\Rightarrow Q = \omega = \int p \cdot dV = n \cdot R \cdot T_{AB} \cdot \int_1^2 \frac{1}{V} \cdot dV$$

$$\omega = n \cdot R \cdot 500 \text{ K} \cdot \ln \left(\frac{2}{1} \right)$$

$$\omega = 28,41 \text{ atm. L}$$

	ΔU	Q	ω
AB	0	28,41	28,41
BC			
CA			

B → C: Pctc $\Rightarrow \omega = \int p_s dV$

$$\omega = 20,5 \text{ atm} \cdot (1L - 2L)$$

$$\omega = -20,5 \text{ atm}$$

$$\Delta U = n \cdot C_V \cdot \Delta T$$

$$= 1 \text{ mol} \cdot \frac{3}{2} R \cdot (250 \text{ K} - 500 \text{ K})$$

$$= -30,75 \text{ atm L}$$

$$\Rightarrow \Delta U = Q - \omega$$

$$-30,75 \text{ atm L} = Q + 20,5 \text{ atm} \cdot 1L$$

$$Q = -51,25 \text{ atm L}$$

	ΔU	Q	ω
AB	0	28,41	28,41
BC	-30,75	-51,25	-20,5
CA			

$$C \rightarrow A : \quad \text{V de} \\ \Rightarrow \omega = \int p \cdot dV = 0$$

$$\Delta U = n \cdot C_v \cdot \Delta T$$

$$= 1 \text{ mol. } \frac{3}{2} R \cdot (500 \text{ K} - 250 \text{ K})$$

$$\Delta U = 30,75 \text{ atm L} = Q$$

	ΔU	Q	ω
AB	0	28,41	28,41
BC	-30,75	-51,25	-20,5
CA	30,75	30,75	0

$$b) \quad \mathcal{E} = \frac{\omega_{\text{tot}}}{Q_{\text{abs}}} \leftarrow \text{suma de } \omega_i \\ \leftarrow \text{son los positivos}$$

$$= \frac{7,91}{59,16} = 0,134$$

$$\mathcal{E} = 13,4 \%$$

$$\mathcal{E}_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{\text{hot}}}{T_{\text{cold}}} = 1 - \frac{500}{250} = \frac{1}{2} = 50\% > 13,4\%$$

Como la eficiencia de la máquina es menor a la de Carnot, entonces la máquina NO es de Carnot.

Es una máquina térmica pues genera trabajo cuando se expande.

c) $\Delta S_{\text{gas}}^{\text{ciclo}} = 0$ por ser un ciclo completo y la máquina
es reversible

— ↗ Recordar!