

Clase 17 28 Agosto 2014

Título de la nota

28/08/2014

En un sistema cerrado se lleva a cabo una secuencia termodinámica con 2 procesos reversibles empleando 2 moles de un gas diatómico de comportamiento perfecto; las condiciones iniciales son

$$T = 25^{\circ}\text{C} \quad p_1 = 1 \text{ atm} \quad n = 2 \text{ mol}$$

El primer proceso es una exp. isob al triple del volumen inicial; posteriormente el segundo proceso es un calentamiento isocórico al triple de la presión inicial

Calcular ΔU , ΔH , ΔS , Q y W ; dibujar las gráficas de las variables termodinámicas y concluir con los resultados

Resolución

I Predicción de variables

$$n_1 \rightarrow n_2 = \text{cte} \quad n_2 \rightarrow n_3 = \text{cte}$$

$$p_1 \rightarrow p_2 = \text{cte (isobárico)} \quad p_2 \rightarrow p_3 \uparrow$$

$$T_1 \rightarrow T_2 \uparrow \quad T_2 \rightarrow T_3 \uparrow$$

$$V_1 \rightarrow V_2 \uparrow \quad V_2 \rightarrow V_3 = \text{cte (isocórico)}$$

II Predicción de funciones

$$\begin{array}{cccccc} \Delta U_{\text{I}} > 0 & \Delta U_{\text{II}} > 0 & \Delta S_{\text{I}} > 0 & \Delta S_{\text{II}} > 0 & & \\ W_{\text{I}} > 0 & W_{\text{II}} > 0 & \Delta H_{\text{I}} > 0 & \Delta H_{\text{II}} > 0 & Q_{\text{I}} > 0 & Q_{\text{II}} > 0 \end{array}$$

globalmente se espera:

Secuencia endotérmica ✓

Aumento de entropía ✓

2 calentamientos ✓

1 expansión ✓

$Q_{\text{global}} \neq W_{\text{global}}$ ✓

$W_{\text{global}} \oplus$ del sistema ✓
a los alrededores

$\Delta S_{\text{global}} > 0$ secuencia termodinámica favorable ✓

III Cálculo de variables

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{(2 \text{ mol}) \left(\frac{0.082 \text{ atm L}}{\text{mol K}} \right) (298.15 \text{ K})}{1 \text{ atm}} = 48.8966 \text{ L}$$

$$V_2 = 3V_1 = 3(48.8966 \text{ L}) = 146.6898 \text{ L}$$

$$T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} = T_1 \left(\frac{3V_1}{V_1} \right) = 298.15 \text{ K} (3) = 894.45 \text{ K}$$

$$V_2 = V_3 = 146.6898 \text{ L} \quad P_1 = P_2 \quad P_3 = 3P_1 = 3 \text{ atm}$$

$$T_3 = \left(\frac{P_3}{P_2} \right) T_1 = 894.45 \text{ K} \left(\frac{3 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} \right) = 2683.35 \text{ K}$$

	P (atm)	V (L)	T (K)
I	1	48.8966	298.15
II	1	146.6898	894.45
III	0	146.6898	2683.35

IV Cálculo de funciones

Proceso I $\Delta U = n \bar{C}_V \Delta T = (2 \text{ mol}) \left(\frac{5}{2} 8.314 \text{ J/molK} \right) (894.45 - 298.15) \text{ K} = 24788 \text{ J}$

$\Delta H = n \bar{C}_p \Delta T = (2 \text{ mol}) \left(\frac{7}{2} 8.314 \text{ J/molK} \right) (894.45 - 298.15) \text{ K} = 34697 \text{ J}$

$\Delta S = n \bar{C}_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 2 \text{ mol} \left(\frac{7}{2} 8.314 \text{ J/molK} \right) \ln \frac{894.45 \text{ K}}{298.15 \text{ K}} = 63.93 \text{ J/K}$

$$Q = \Delta H = 34697 \text{ J}$$

$$W = Q - \Delta U = 34697 \text{ J} - 24788 \text{ J} = 9908 \text{ J}$$

Proceso II

$$\Delta U = n \bar{C}_V (T_3 - T_2) = 2 \text{ mol} \left[\left(\frac{5}{2} 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \right) (2683.35 - 894.45) \text{ K} \right] = 74364 \text{ J}$$

$$\Delta H = n \bar{C}_P (T_3 - T_2) = 2 \text{ mol} \left[\left(\frac{7}{2} 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \right) (2683.55 - 894.15) \text{ K} \right] = 104110 \text{ J}$$

$$\Delta S = n \bar{C}_V \ln \frac{T_3}{T_2} = 2 \text{ mol} \left[\left(\frac{5}{2} 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \right) \left(\ln \frac{2683.55 \text{ K}}{894.15 \text{ K}} \right) \right] = 45.66 \text{ J/K}$$

$$Q = \Delta U = 74364 \text{ J}$$

$$W = 0 \text{ J}$$

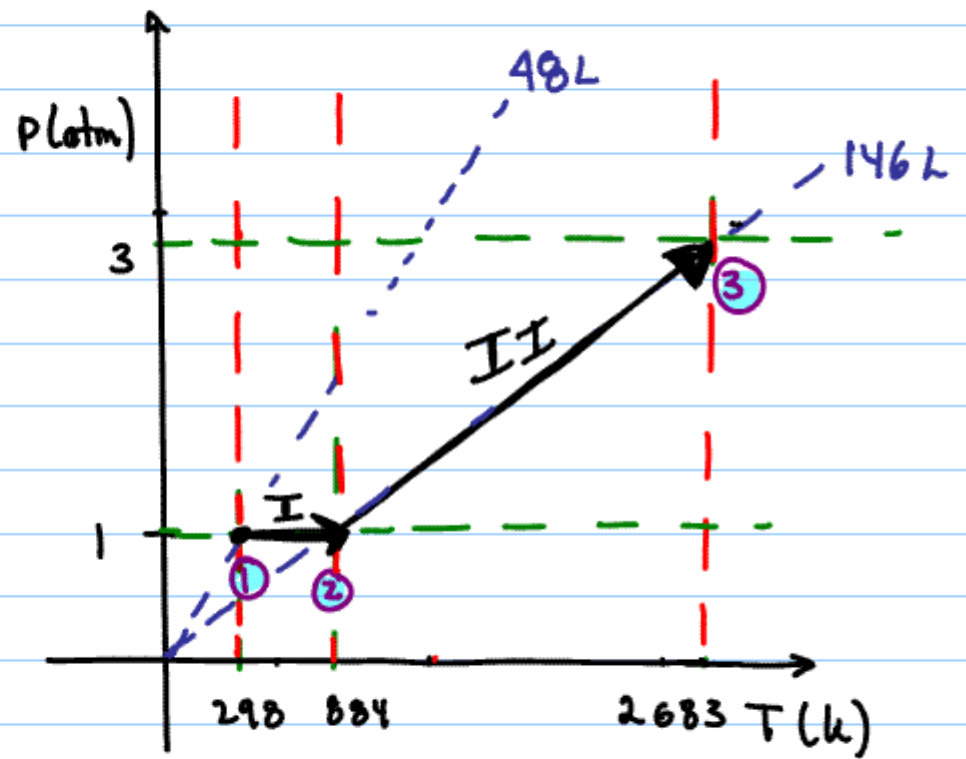
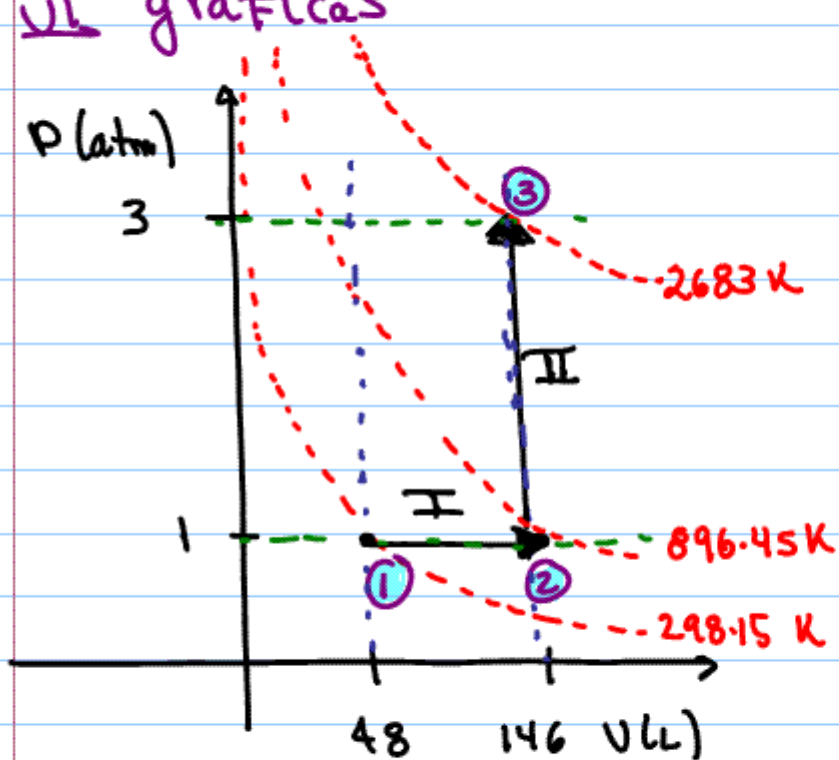
	ΔU (J)	ΔH (J)	ΔS J/K	Q (J)	w (J)
I	24788	34697	63.93	ΔH 34697	9908
II	74364	104110	45.66	ΔU 74364	0
global	99152	138807	109.59	109061	9908

Secuencia endotérmica ✓

Secuencia Favorable $\Delta S_{\text{global}} > 0$ ✓

Trabajo global del sistema e los alrededores (+) ✓

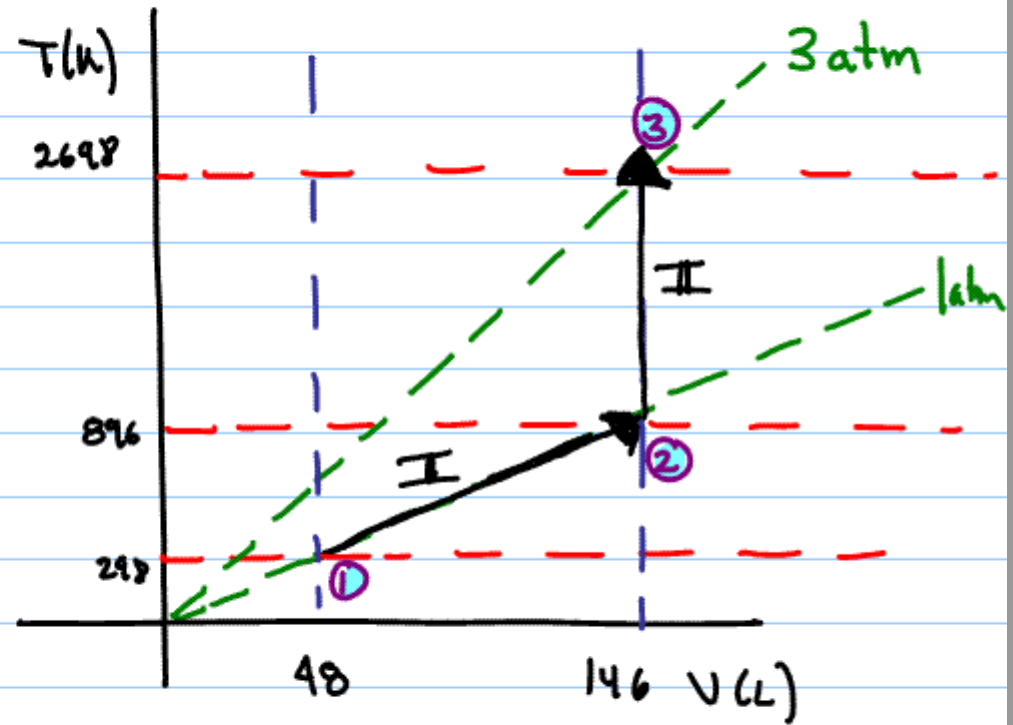
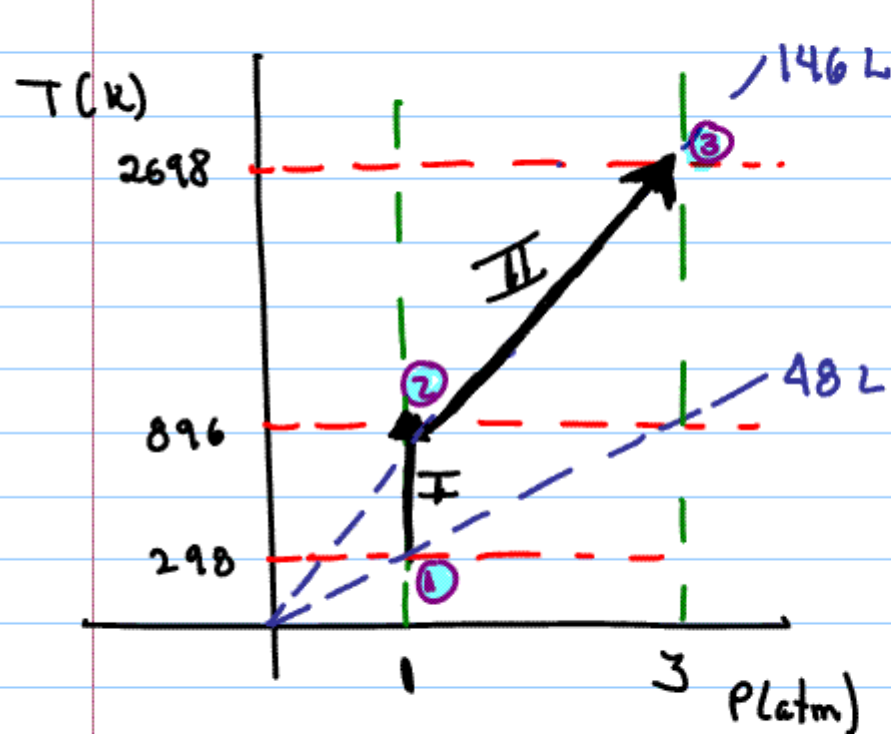
VI gráficas



I Isobárico expansión

II Isocórico calentamiento

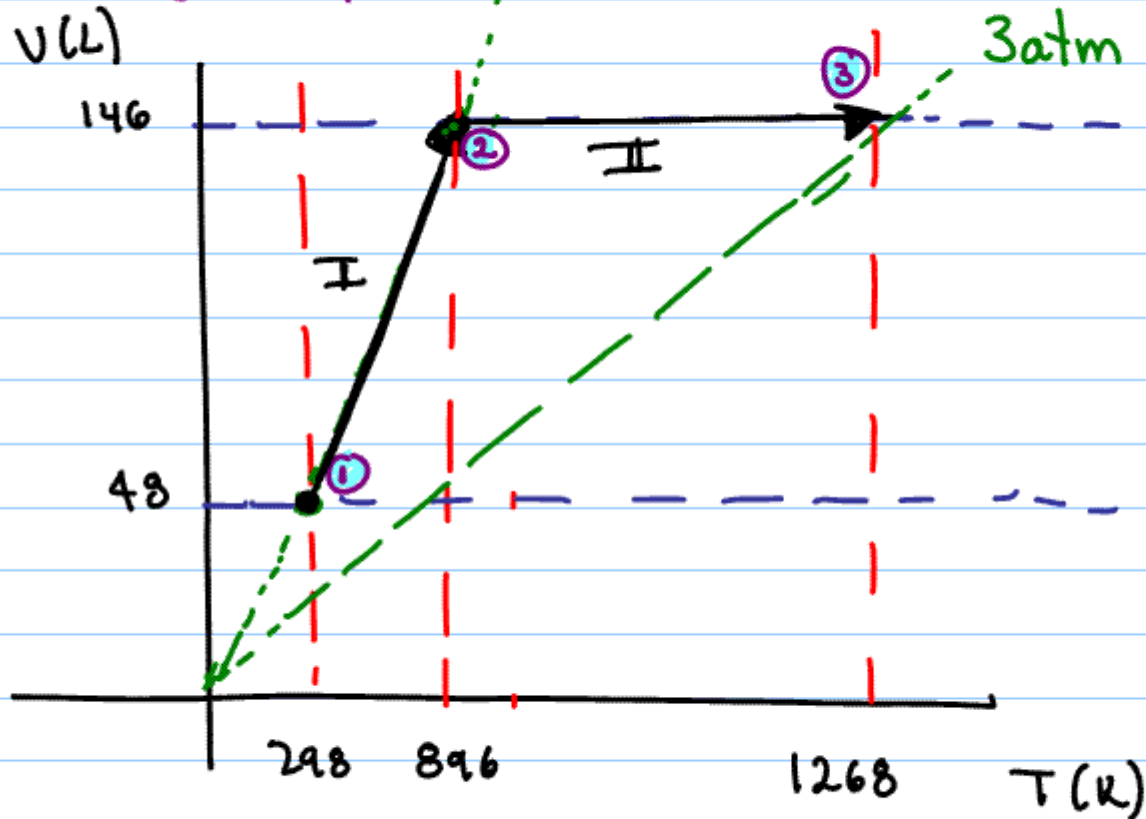
Gráficas T vs p T vs V



I Isobárico exp.

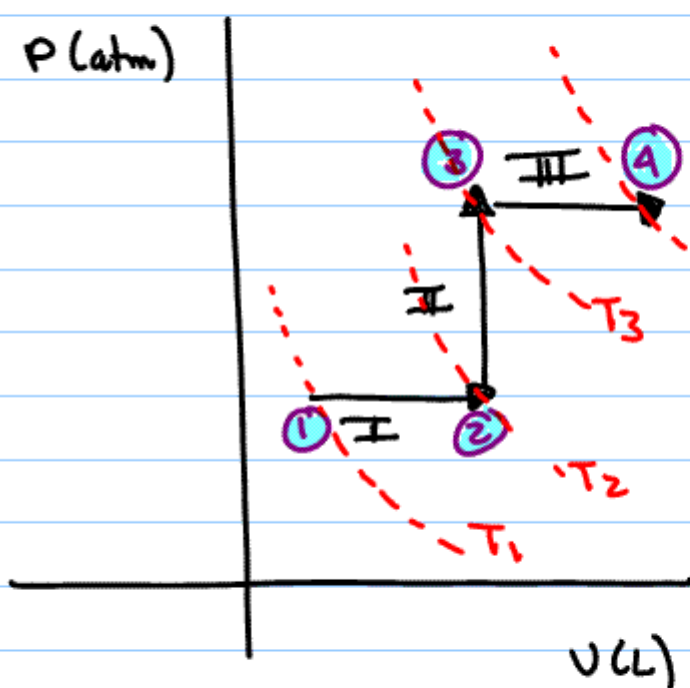
II Isocórico calentamiento

Gráfica U vs T

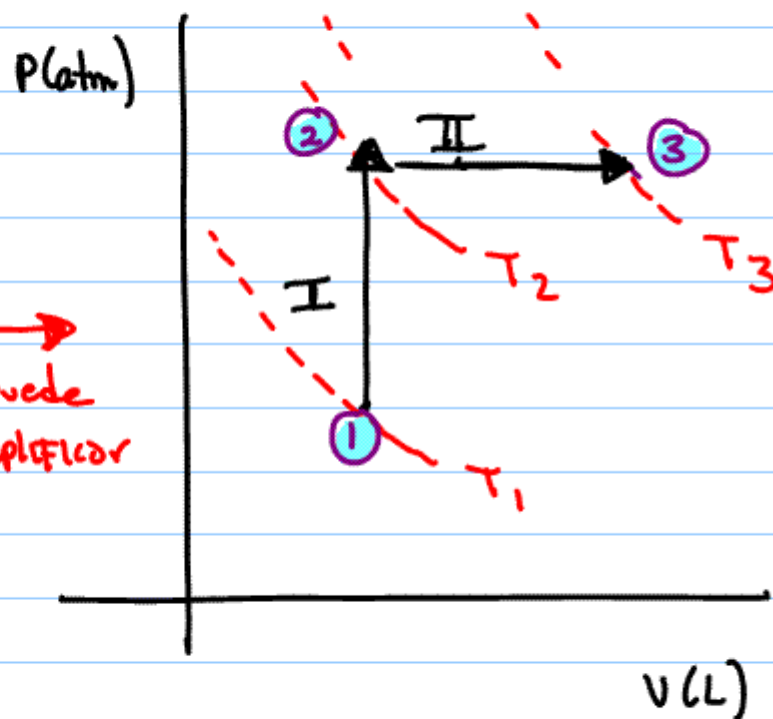


I Isobárico exp. II Isocórico calentamiento

Secuencias con 3 procesos termodinámicos



Se puede simplificar



I exp. Isob. rev.

II Calent. Isoc. rev.

III exp. Isob. rev.

I calent. Isoc. rev.

II exp. Isob. rev.

Realizando diversas alternativas se concluye:

Una secuencia de 3 procesos termodinámicos se puede simplificar a 1 proceso ó a 2 procesos; siendo favorable entre menor número de isotermas (al menos 1) si se eligen 2 se puede estar hablando de una máquina térmica que puede tener una fuente fría (T_F) y una fuente caliente (T_C).

Tarea Pensar ciclo de Carnot ✓