

Clase 20 8 Sep 2015

Título de la nota

07/09/2015

Propuesta compresión politrópica $V_2 = \frac{1}{2} V_1$ ✓

- 4 moles de CO_2 comportamiento perfecto
- presión absoluta 590 mmHg = 0.7763 atm
- $T_1 = 24^\circ\text{C} = 297.15\text{K}$
- $\kappa = 1.5$ si fuera adiabático el proceso $\gamma = 1.28$

$\kappa \neq 0, 1, \gamma, \infty$ ✓

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} = \frac{(4 \text{ mol})(0.082 \text{ atm}^4/\text{molK})(297.15 \text{ K})}{0.7763 \text{ atm}} = 125.55 \text{ L} \checkmark$$

Irreversible

Cálculo de variables

$$T_2 = \frac{T_1}{\left[x - (x-1) \frac{v_1}{v_2} \right]} = \frac{297.15 \text{ K}}{\left[1.5 - (1.5-1) \frac{125.55 \cancel{\text{K}}}{62.77 \cancel{\text{K}}} \right]} = 594.30 \text{ K}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\left[\frac{v_2}{v_1} x - (x-1) \right]} = \frac{0.7763 \text{ atm}}{\left[\frac{1}{2} (1.5) - (1.5-1) \right]} = 3.1052 \text{ atm}$$

Reversible

cálculo de variables

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = 297.15 \text{ K} \left(\frac{V_1}{\frac{1}{2}V_1} \right)^{1.5-1} = 420.23 \text{ K}$$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma} = 0.7763 \text{ atm} \left(\frac{V_1}{\frac{1}{2}V_1} \right)^{1.5} = 2.19 \text{ atm}$$

Comparación de variables de estado

$T_{2R} < T_{2IR}$ el sistema se calienta más de forma reversible ✓

$P_{2R} < P_{2IR}$ la presión aumenta más en una comp. Politrópica
lleuada a cabo en un solo paso ✓

Predicción de ΔS

$\Delta S_{IR} > \Delta S_R$ comprobar

Cálculo de funciones de estado gas CO₂ triatómico

Reversible

$$\Delta U = n \bar{C}_V \Delta T = 4 \text{ mol} \left[\frac{7}{2} (8.314 \text{ J/molK}) \right] (420.23 \text{ K} - 297.15 \text{ K})$$
$$= 14326.44 \text{ J}$$

$$\Delta H = n \bar{C}_p \Delta T = 4 \text{ mol} \left[\frac{9}{2} (8.314 \text{ J/molK}) \right] (420.23 \text{ K} - 297.15 \text{ K})$$
$$= 18419.72 \text{ J}$$

$$\Delta S = n \left[\bar{C}_V + \frac{R}{1-x} \right] \ln \frac{T_2}{T_1} = 4 \text{ mol} \left[\frac{7}{2} (8.314 \text{ J/molK}) + \frac{8.314 \text{ J/molK}}{1-1.5} \right] \ln \frac{420.23 \text{ K}}{297.15 \text{ K}}$$
$$= 17.28 \text{ J/K}$$

Cálculo de funciones de estado gas CO_2 triatómico

Irreversible

$$\Delta U = n \bar{C}_V \Delta T = 4 \text{ mol} \left[\frac{7}{2} (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) \right] (594.30 \text{ K} - 297.15 \text{ K})$$
$$= 34587.11 \text{ J}$$

$$\Delta H = n \bar{C}_p \Delta T = 4 \text{ mol} \left[\frac{9}{2} (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) \right] (594.30 \text{ K} - 297.15 \text{ K})$$
$$= 44469.22 \text{ J}$$

$$\Delta S = n \left[\bar{C}_V \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} \right] = 4 \text{ mol} \left[\frac{7}{2} (8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) \ln \frac{594.3 \text{ K}}{297.15 \text{ K}} + 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \ln \frac{1}{2} \right]$$
$$= 57.628 \text{ J/K}$$

Cálculo de funciones de trayectoria

Reversible

$$w = \frac{nR(T_2 - T_1)}{1 - \gamma} = 4 \text{ mol} \frac{(8.314 \text{ J/molK})(420.23 \text{ K} - 297.15 \text{ K})}{1 - 1.5}$$
$$= -14618.82 \text{ J}$$

$$q = \Delta u + w = 14326.44 \text{ J} - 14618.82 \text{ J} = -292.38 \text{ J}$$

Proceso exotérmico

Cálculo de funciones de trayectoria

Irreversible

$$\begin{aligned}w &= p_2(V_2 - V_1) = 3 \cdot 10 \text{ atm} (62.775 \text{ L} - 125.55 \text{ L}) \\ &= (194.6025 \text{ atm}) \left(\frac{1.01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2}{\text{atm}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ L}} \right) = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J} \\ &= -19718.09 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q &= \Delta u + w = 34587.11 \text{ J} - 19718.09 \text{ J} \\ &= 14869.01 \text{ J}\end{aligned}$$

proceso endotérmico

Comparación de funciones de estado

$$\Delta U_R < \Delta U_{IR}$$

$$\Delta H_R < \Delta H_{IR}$$

$$\Delta S_R < \Delta S_{IR}$$

} el proceso irreversible se calienta más

Es más espontáneo el proceso irreversible; sin embargo el sistema se calienta mucho más que el proceso reversible

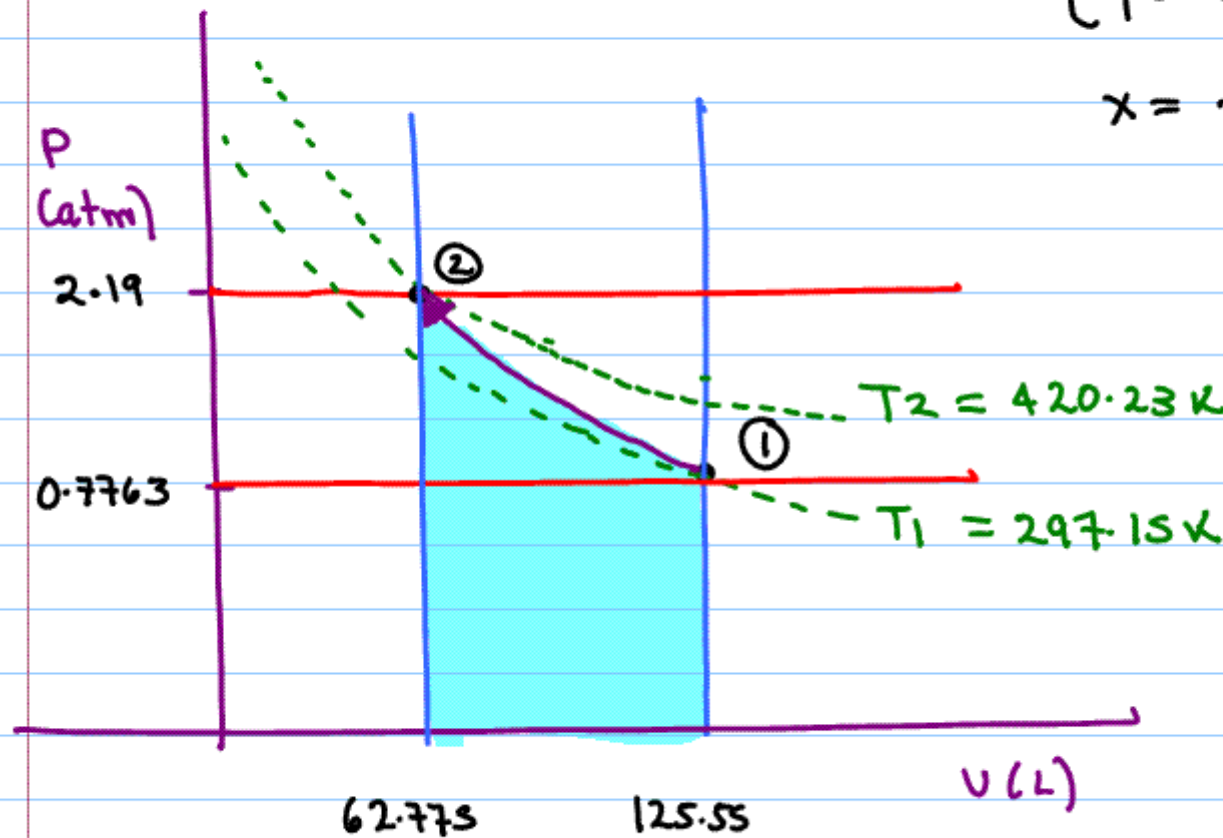
Comparación de Funciones de trayectoria

$q_R < q_{IR}$ proceso reversible (exotérmico) proceso irreversible (endotérmico)

$w_R < w_{IR}$ requiere más trabajo el proceso irreversible

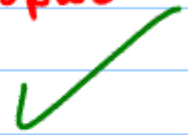
Los gráficos que diferencian el proceso son las de p vs V
y para diferenciar si se trata de un proceso politrópico se despeja x
que en este caso $x = 1.5$ ✓

Comp. polit. rev.



$$\left[p_2 v_2^x = p_1 v_1^x \right] \ln$$
$$x = \frac{\ln p_2/p_1}{\ln \frac{v_1}{v_2}} = \frac{\ln \frac{2.19/0.7763}{125.55/62.775}}{\ln \frac{125.55}{62.775}}$$
$$= 1.0397 / 0.6931 = 1.5$$

Comprobado
es
politrópico



Comp. polit. Irrev.

Comprobación de $p_2 = \frac{p_1}{\left[\frac{v_2}{v_1}x - (x-1)\right]}$

$$\frac{v_2}{v_1}x - (x-1) = \frac{p_1}{p_2}$$

$$\frac{v_2x}{v_1} - x + 1 = \frac{p_1}{p_2}$$

$$\frac{v_2x}{v_1} - x = \frac{p_1}{p_2} - 1$$

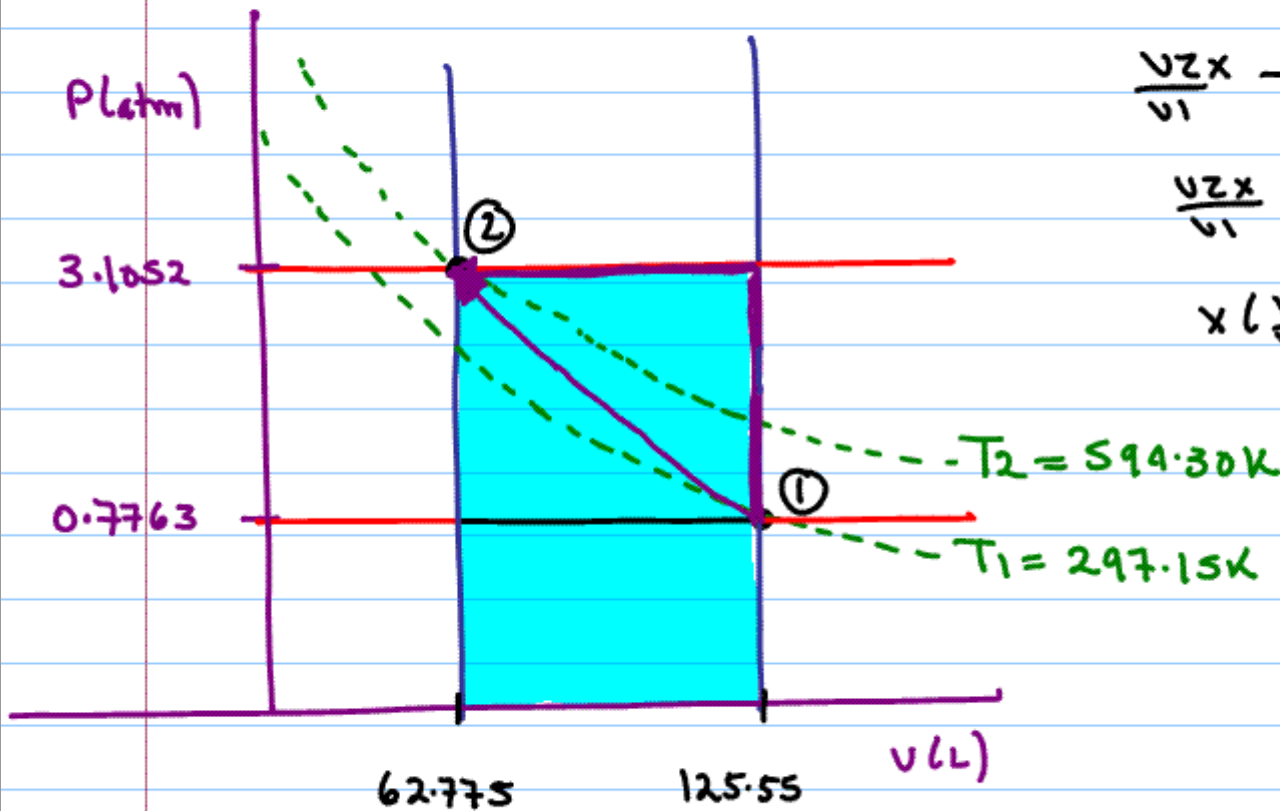
$$x\left(\frac{v_2}{v_1} - 1\right) = \frac{p_1}{p_2} - 1$$

$$x = \frac{p_1/p_2 - 1}{\frac{v_2}{v_1} - 1}$$

$$x = \frac{(0.7763/3.1052) - 1}{\frac{62.775}{125.55} - 1}$$

$$x = \frac{-0.75}{-0.5}$$

$x = 1.5$ Comprobado ✓



Conclusiones globales

✓ es más favorable el proceso de comp. polit. rev $\Delta S_{ir} > \Delta S_R$

Sin embargo el sistema se calienta más

✓ mayor aumento de energía interna en el proceso irreversible

✓ requiere más trabajo el proceso en una sola etapa (irreversible)

✓ Checar validez de la ecuación irreversible $p_2 = \frac{p_1}{\left[\frac{v_2}{v_1} x - (x-1) \right]}$